# PERSPECTIVES SUISSES DE DENSIFICATION

de la LAT* au bois

Lopes Micael
Vauthey Antoine

# PERSPECTIVES SUISSES DE DENSIFICATION

de la LAT* au bois

# PERSPECTIVES SUISSES DE DENSIFICATION
## de la LAT* au bois

Ennoncé de Master en Architecture
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Janvier 2017

Lopes Micael
Vauthey Antoine
Sous la direction du professeur: Emmanuel Rey
Deuxième professeur : Jean-Louis Scartezzini
Maitre EPFL: Fred Hatt
Expert: Pierre Bonnet

*Loi (fédérale) sur l'aménagement du territoire

# SOMMAIRE


PREAMBULE 6

Démographie Suisse 7
Densifications historiques 8
Comment densifier les centres urbains 10

COMMENT SURELEVER 14
(MORPHOLOGIES)

Types de surélévations 16
Surélévation directe 18
Surélévation en retrait 20
Surélévation habillage 22
Surélévation extension 26
Morphologies urbaines 30
Reflexions 32

COMMENT SURELEVER 34
(MATERIAUX)

Quels matériaux pour la surélévation 36

CRITERES DU MATERIAU 44
(LE CHOIX DU BOIS)

Critères environnementaux 46
Critères de production 52
Critères socio-culturels 58
Critères sensoriels 62
Faiblesses du bois 66

CRITERES DE CONSTRUCTION 68
(SYSTEMES CONSTRUCTIFS EN BOIS)

Introduction 70
Système poteaux-poutres 72
Système à ossature 74
Système à panneaux massifs 76
Methodes de préfabrication 78

CHOIX DU SITE 82

Croissance démographique en Suisse romande 84
Demande et offre de logement, Vaud 86
Demande et offre de logement, Lausanne 88
Problématique de densification, Lausanne 90
Sites à potentiel 92

SEVELIN 96

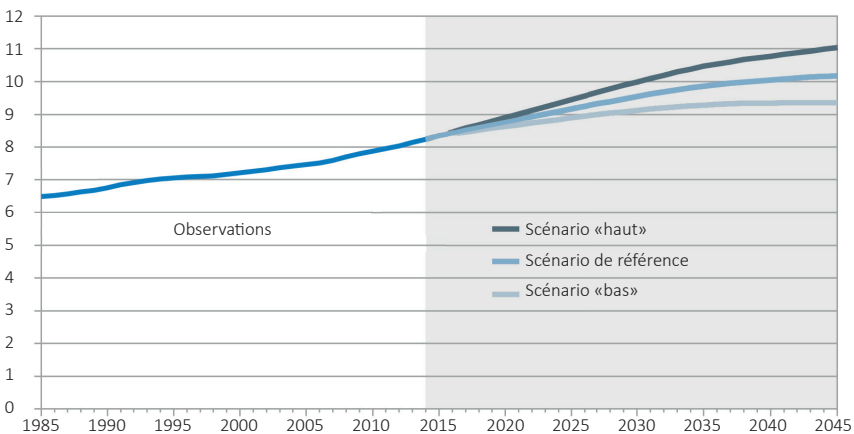
Topographie 98
Partitionnement 100
Identité culturelle 104
Deux visions du site 106

POSTFACE 108

BIBLIOGRAPHIE 112

# PREAMBULE

**Evolution de la population résidente permanente, Suisse**[1]
selon les 3 scénarios de base à la fin de l'année,
en millions d'habitants



L'augmentation de la population en Suisse est une situation qui engendre questionnement et planification. Si la barre des 8 millions d'habitants a été franchie en 2012, le pays devra répondre de plus de 10 millions de personnes en 2045, selon les scénarios de l'Office fédéral des statistiques.[1]

Cette réalité démographique représente un défi urbanistique de taille afin de définir des solutions d'aménagement judicieuses, en particulier dans les grands centres urbains.
Face à une demande de surface croissante par habitant et afin de limiter le mitage du paysage et l'étalement urbain, la densification des centres devient une nécessité si l'on veut planifier de façon durable l'avenir des grandes villes helvétiques, en évitant la construction des surfaces vierges.

Les modifications de la loi sur l'aménagement du territoire ( LAT ), votées en 2012 et appliquées en 2014 montrent une claire intention des plus hautes instances politiques suisses à densifier le milieu bâti. Selon la LAT[2], les buts et principes premiers de la Confédération, des cantons et des communes sont:

Art. 1a d'orienter le développement de l'urbanisation vers l'intérieur du milieu bâti, en maintenant une qualité de l'habitat appropriée

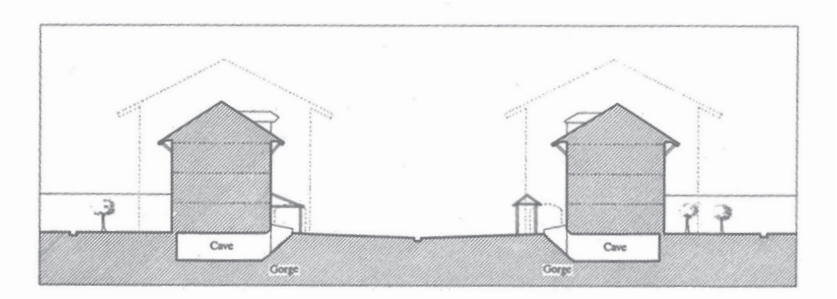
Art. 1b de créer un milieu bâti compact

Art. 3a de prendre les mesures propres à assurer une meilleure utilisation dans les zones à bâtir des friches, des surfaces sous-utilisées ou des possibilités de densification des surfaces de l'habitat

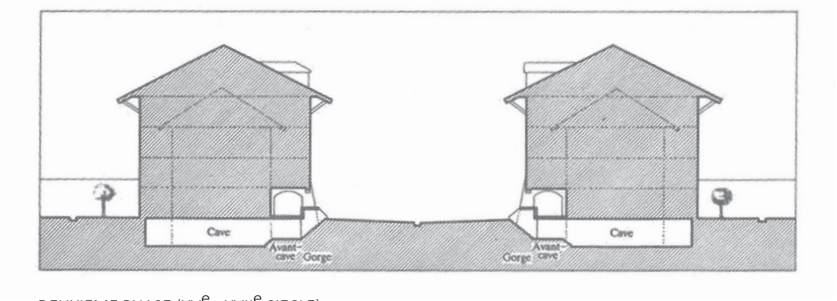
(1) Office fédérale de la statistique; Evolution de la population résidante permanente selon les 3 scénarios de base; numéro: gr-f-01.03.01-001; publication: 22.06.2015

(2) Confédération Suisse; Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) 700; du 22 juin 1979 (Etat le 1er janvier 2014).

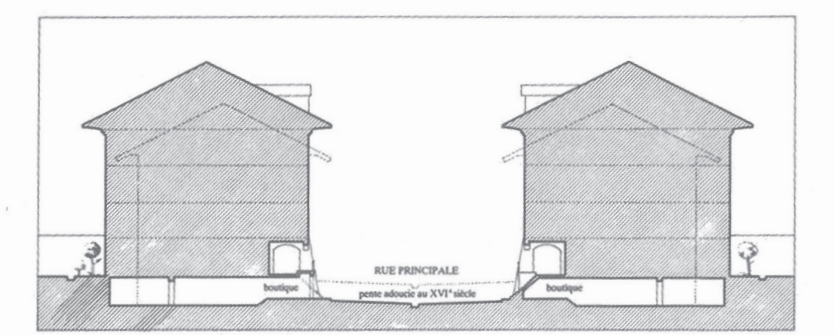
## Principe de densification de la vieille ville de Berne[3]
dessins J.L.Recondo




PREMIERE PHASE: FONDATION DE LA VILLE (XII$^{e}$ - XIV$^{e}$ SIECLE)
Première disposition des volumes, étals en plein air




DEUXIEME PHASE (XV$^{e}$ - XVII$^{e}$ SIECLE):
Augmentation du volume construit, création des arcades et des avant-caves




CAS PARTICULIER DE LA RUE PRINCIPALE: LES HOCHTROTTOIRS (TROTTOIRS HAUTS)
Parties des anciennes caves donnant sur rue en boutiques

Cette résolution d'augmenter le volume existant n'est pourtant pas nouvelle. En Suisse, figurent parmi les exemples historiques, les villes de Berne et Genève. La capitale helvétique, en réaction à un grand incendie en 1405, remis en question ses réglementations.

Ainsi, la ville qui était constituée à la fin du Moyen Age d'un front continu de trois maisons avec arcades, est progressivement passée à des maisons de 4 niveaux, jusqu'en 1770. Puis un nouveau règlement a imposé un nombre d'étages et une hauteur de faîte définis garantissant l'unité de l'ensemble.[3]

Aux XVIe et XVIIe siècle, Genève connu également une surélévation importante. En effet, devant faire face à la grande migration protestante venant de France et bloquée par ses fortifications, elle dut augmenter la hauteur de ses gabarits.

Entre les périodes historiques et le contexte actuel, de nombreux facteurs économiques, sociaux, culturels ou légaux diffèrent. De nos jour, il est difficile d'intervenir dans les centres villes. La politique de protection du patrimoine et l'attachement des riverains à leur conditions actuelles confèrent à ces lieux une valeur historique et émotionnelle octroyant peu de modifications. Cependant, un enseignement est à tirer de l'histoire. Considérons la situation passée de la ville de Genève:

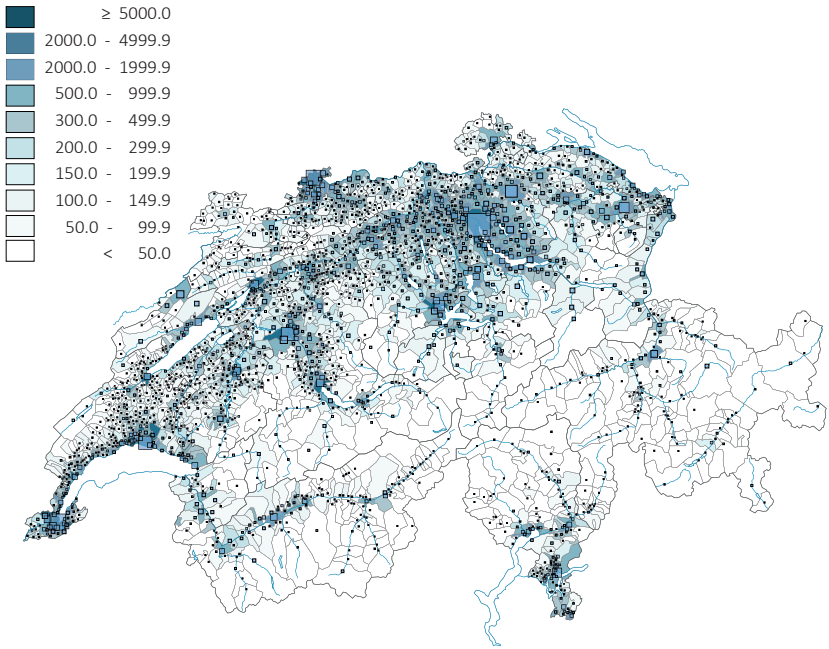
Si on envisage cette « fatalité » plutôt comme un facteur positif, on peut dès lors affirmer que ces exemples bernois et genevois nous enseignent que la ville, avant d'être considérée comme un objet esthétique, était avant tout un processus de croissance, sa propre structure ayant une grande capacité de transformation et d'adaptation aux nouveaux besoins sociaux et économiques.[4]

Une des caractéristiques de ce patrimoine est la volonté d'homogénéité du tissu bâti, caractérisant la ville ou la région dans laquelle elle se situe. Cette politique de conservation demeure très encrée dans la culture urbanistique des villes suisses. Si cette valeur d'image figée est positive face à la multiplication des objets hétéroclites, il est cependant important de remettre en question cette notion au profit d'un objectif plus grand, celui d'une image dynamique et diversifiée de la ville moderne, s'adaptant aux enjeux actuels et à long terme par la densification.

(3) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; Surélévations en bois densifier, assainir, isoler; Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: des précédents historiques; p.14

(4) AVENIR SUISSE; Elever la ville, contributions et débats sur la densification urbaine en Suisse romande; novembre 2008; http://www.avenir-suisse.ch/wp-content/uploads/2008/11/studie.pdf; consulté le 20.10.2016

Représentation des centres urbains suisses en fonction de la population
densité de la population en 2015[5]
habitants par km$^2$




(5) Office fédéral des statistiques; Atlas statistique de la Suisse;
Densité de la population, en 2015;
URL: https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/fr/11844_78_71_70/19621.html
consulté le 20.12.2016

La morphologie d'un tissu bâti dense peut se traduire sous plusieurs formes dont les plus génériques sont: la barre, la construction en hauteur (la tour) et la surélévation.
La barre de logements, promue par le mouvement moderne, est une construction pouvant accueillir un grand nombre de personnes, aux revenus généralement modérés. L'exemple du quartier du Lignon, à Genève, illustre ce type. Il est difficile de concevoir à l'heure actuelle ces édifices à l'emprunte territoriale très forte. En effet, la rareté des espaces fonciers encore disponibles dans les centres ne peut permettre de telles morphologies.
Une autre solution s'avère être la construction en hauteur ou plus communément la tour (limitant l'utilisation du sol).
A l'heure actuelle, la Suisse compte une trentaine de projets en construction ou en cours de planification d'immeubles dépassant les 15 étages. Avec ses 8,3 millions d'habitants, soit autant que la population helvétique, Londres en recense près de 230.[6]
Si la tour Roche à Bâles, culminant à 205m, montre une belle tendance à la réalisation en hauteur, elle ne fait cependant qu'exception dans la paysage helvétique. Pourtant, dans les années 60 - 70, de nombreuses tours de logements ont été édifiées en périphérie des moyens et grands centres afin de répondre à un fort flux d'immigration dans le pays.
L'actuelle dynamique de l'érection de tours en Suisse repose plus sur des critères de création de valeur sur des sites en développement et d'établissement d'une image de marque que des facteurs économiques et démographiques. Elle constitue aussi un instrument de densification des constructions.
Mais toutes les communes helvétiques ne sont pas adaptées à la construction de gratte-ciel. Selon un classement établi par Wüest Partner, Bâle, Genève, Dietikon (ZH), Zoug et Opfikon (ZH) sont les villes les plus adaptées. La facilité d'accès aux emplois existants et la disponibilité de terrains ont une importance prépondérante.[7]
On remarque également la difficulté à tout projet en hauteur de voir le jour dans les centres, face à une population très réticente. La tour est un objet fascinant et effrayant à la fois. Elle représente une solution trop radicale dans un contexte d'habitat exigeant, habitué à avoir un panorama dégagé sur le paysage environnant.

(6) Tribune de Genève; Le boom de la construction de tours reste modeste; publié le 27.10.2016; http://www.tdg.ch/economie/boom-construction-tours-reste-modeste/story/28443124; consulté le 18.12.2016

(7) Ibidem (5)

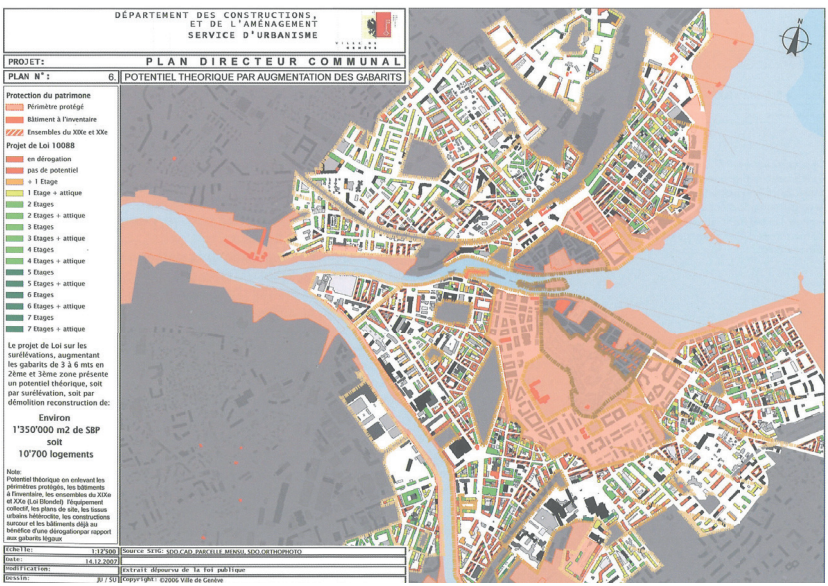



Illustration du projet «Potentiel théorique par augmentation des gabarits», de la Ville de Genève[8]

Les dessins des cartes à potentiel de surélévation réalisés dans le cadre du projet de loi (10088), modifiant la loi sur les constructions et installations diverses (L 5 05) montrent que Genève est une ville pionnière dans la planification de surélévations.

(8) Ville de Genève, Service d'urbanisme; Projet pour Plan directeur cantonal; plan n°6; *Potentiel théorique par augmentation des gabarits;* 14.12.2007

Si la densification par la barre ou par la tour démontre de nombreuses difficultés dans leur réalisation, la solution qui ressort la plus adéquate est celle de la densification par la surélévation de l'existant. En effet, elle est une solution praticable en centre ville et ne tend pas vers une trop forte dénaturation du milieu bâti. Elle ne fait pourtant pas encore l'unanimité.
Il a fallu des centaines d'années au processus de transformation des villes de Berne et Genève. Comme toute grande évolution, l'acceptation de celle-ci prend du temps et il est de nos jours difficile d'imaginer une planification à si long terme. De plus, la construction actuelle est dépendante de la rapidité des délais, fixant une part importante des coûts. Cette prise de décision se retrouve alors paradoxalement en confrontation avec l'assurance d'une acceptation progressive de l'objet ou du quartier bâti.
Sommes-nous encore capables de mettre le court terme en perspective et d'envisager qu'il se matérialise par expériences successives jusqu'à conférer une identité à des parties de ville ?
Le besoin actuel de limiter l'étalement de nos villes peut, malgré les différences évoquées, se rapporter à la nécessité stratégique de nos ancêtres de contenir la ville traditionnelle dans ses enceintes. Dans les deux cas, densifier, surélever se réfèrent à la notion de « construire la ville dans la ville » qui implique, de nos jours, une attention particulière aux caractéristiques morphologiques des préexistences, envisagée dans une logique évolutive de changement dans la continuité. Dans le cas de la rénovation lourde d'un bâtiment, la décision de surélever peut s'imposer « naturellement », dans la mesure où elle ne se limite pas à un seul étage.[9]
Les surélévations d'un seul étage sont en général considérées comme peu ou pas rentables du tout, alors que les surélévations de deux étages, de même que les aménagements de combles, offrent des taux de rendement permettant de maintenir les loyers futurs dans les marges du marché immobilier actuel.[10]
Il convient alors de repenser la densification non pas comme une action disparate et timide mais plutôt comme une intervention forte et propice à répondre aux futures exigences de surface, de confort et de durabilité:
une intensification de la ville par la surélévation.

(9) AVENIR SUISSE; Ibidem (4)

(10) BONNET Pierre, GAMPERT Sébastien; *Expertise relative au potentiel de densification en ville de Genève; Evaluation des raisons de la sous-exploitation des surfaces constructibles à l'intérieur des gabarits actuels;* Ville de Genève, Service d'urbanisme; 26.11.2007

# COMMENT SURELEVER

## MORPHOLOGIES

Comme tout projet d'architecture, la surélévation doit prendre en compte le lieu et répondre au mieux aux problématiques locales. Cependant, à contrario d'un projet commun nouveau, la surélévation prend place sur un bâtiment existant. L'analyse et un savoir précis de l'objet sur lequel vient se poser ou se rattacher la surélévation est primordiale. Il faut évaluer non seulement le périmètre restreint du projet mais aussi de manière minutieuse le bâtiment existant, sa valeur patrimonial, son état global, afin de définir les opportunités de projet. A cela s'ajoute les exigences programmatiques, l'ampleur des nouveaux étages à construire, les moyens financiers, les matériaux et leur matière grise, pour juger la faisabilité du projet en conservant l'existant par rapport à une démolition, faisant place à un nouveau bâtiment.

Chaque projet étant ancré dans un lieu et contexte urbain différent, il n'est pas possible de donner des règles absolues sur la manière de surélever. Cela dépend en grande partie de la valeur objective et subjective du bâtiment existant, des lois applicables au site et de la possibilité structurelle de supporter une extension.
Cependant, quatre grands axes d'intervention peuvent être définis :

- La surélévation directe
- La surélévation en retrait
- La surélévation et habillage
- La surélévation et extension

Ces quatre types peuvent être composés. On peut observer des constructions faisant partie de un ou plusieurs de ces axes, s'affirmant parfois en retrait ou en porte-à-faux. De la même manière qu'il existe plusieurs façons de coiffer un individu d'un chapeau, la surélévation n'opère pas de manière systématique selon tel ou tel cas mais s'attarde à mettre en valeurs l'ancien et le nouveau afin de dégager un dialogue subtil ou au contraire se distinguer de manière radicale. Mimétisme ou singularité deviennent les maître-mots dans le développement du projet.
Si lors des premières surélévations faites dans le canton de Genève, le mot d'ordre était de se dissocier et affirmer la différence avec l'existant afin que toute personne puisse comprendre l'élément ajouté, des changements à cette règle ont été depuis développés. En effet, la ville «subissait» de nombreux projets qui utilisaient cette notion au sens littéral, et des extensions types « boites rouges » ont ainsi vu le jour, stigmatisant l'architecture de la surélévation. Ces approches peu subtiles furent remises en cause car ces surélévations souvent de un ou deux étages qui se voulaient «en retrait», passaient en premier plan et dégradaient notablement le caractère et le front bâti de la rue. La ville, pour éviter ce phénomène, mis en place une nouvelle stratégie de demande de permis de construire ou il devient nécessaire de représenter l'intégralité de la rue en élévation, ainsi que le côté cour, pour comprendre l'impact d'une nouvelle surélévation sur l'existant. Elle encourage ainsi la contribution plus sensible de l'architecte et la mise en avant de ses talents par l'évaluation au cas par cas de la stratégie adoptée : contraste, analogie, mimétisme afin d'en ressortir des projets de qualité.[11]

(11) Conférence DALE; Séance d'information;
*Nouvelle méthode d'analyse des demandes de surélévation*;
Genève, le 10.11.2016

Sola Morales, dans son texte « From contrast to Analogy »,[12] s'attarde sur une manière plus sensible de construire et projeter l'architecture en rapport à l'existant. Si à la fin du 20ème siècle, la règle, promue par la Charte de Venise était de se démarquer clairement de l'existant par opposition (contraste), il semble cependant que cet effet (laissant place à toute interprétation pourvu qu'elle se mette en distinction claire avec l'existant), a vu se construire des propositions de toutes sortes, parfois non concluantes et allant jusqu'à renier l'existant par une architecture « criarde ». Une analogie sur l'existant permet alors de mettre en avant les capacités de chaque architecte d'interpréter et d'ajouter un apport personnel tout en étant plus discret que par contraste.

Image personnelle, immeuble n°67 et 67,bis, Rue de Lyon, Genève (CH)
Immeuble présentant deux interprétations de surélévation:
par contraste et par mimétisme contemporain

(12) DE SOLA MORALES, Ignasi*; From contrast to analogy*;
Developments in the concept of architectural intervention;
Lotus international, volume numéro 46, p. 47; 1985

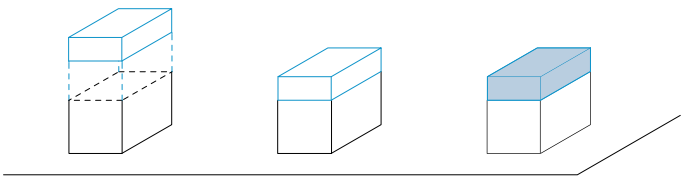


Image bâtiment administratif de Médecins Sans Frontières, Genève (CH)[13]
architectes J.-P. Golinelli, 2007

(13) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *exemple n°24*; p.162

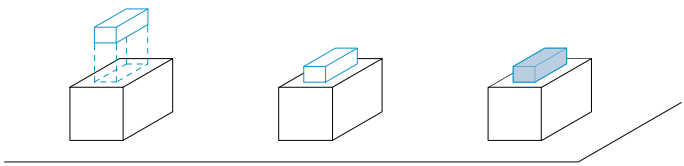
Avec ce type de surélévation, la nouvelle construction vient se poser directement sur l'existant, elle lui permet de s'affirmer comme nouvelle entité à part entière, posée sur un socle ou de composer avec lui pour « allonger le construit ». L'intervenant veillera à l'intégrité du bâtiment existant si celui-ci est de valeur patrimoniale. De manière analogique, si la surélévation est un nouvel organisme se posant sur un autre organisme, il veillera à ce que ces besoins ne soient pas entravés et promouvra une symbiose pour sa pérennité.
La surélévation du siège de Médecins Sans Frontières à Genève illustre une intervention mesurée sur un bâtiment classé au titre du patrimoine. L'ajout d'un étage améliore les proportions du bâtiment initial dans sa relation au voisinage. La sobriété du traitement de la façade estompe la partie surélevée, au profit d'une mise en valeur de la structure du bâtiment d'origine. Dans ce cas, la surélévation compose avec l'existant.[14]

La surélévation peut aussi s'affirmer de manière plus forte en opposition de matérialité avec sa base. Elle peut également réaliser un joint négatif à la jonction des deux volumes, de plus ou moins grande importance, l'objet architectural marque alors une césure nette avec l'existant.
Il est aussi possible d'envisager un débord de l'extension, comme promontoire sur l'existant, ou par porte-à-faux. Toutefois, il ne faut pas négliger les ombres portées du nouvel édifice et la sensation «d'étouffement » depuis la rue en venant « chapeauter » le bâtiment existant. Si tel est le cas, une détérioration de l'aspect du soubassement par une surcharge visuelle de l'extension est à éviter.

Pour des raisons urbanistiques, il est très communément envisagé une surélévation pour combler une «dent creuse» dans les gabarits contigus. C'est l'un des emplois courant de la surélévation directe. Les immeubles de rapports deviennent vitrine de la rue, continuant de manières compacte et alignée le front bâti afin de clarifier le tissu urbain et sa lisibilité.

La surélévation directe permet un rehaussement de l'édifice allant de 1 à 2 étages, très rarement 3 pour des raisons structurelles et économiques. En effet, au-delà de 2 étages, il est généralement nécessaire de renforcer les colonnes et parois porteuses de l'existant, ce qui engendre un surcoût.

(14) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Les attitudes architecturales*; p.35



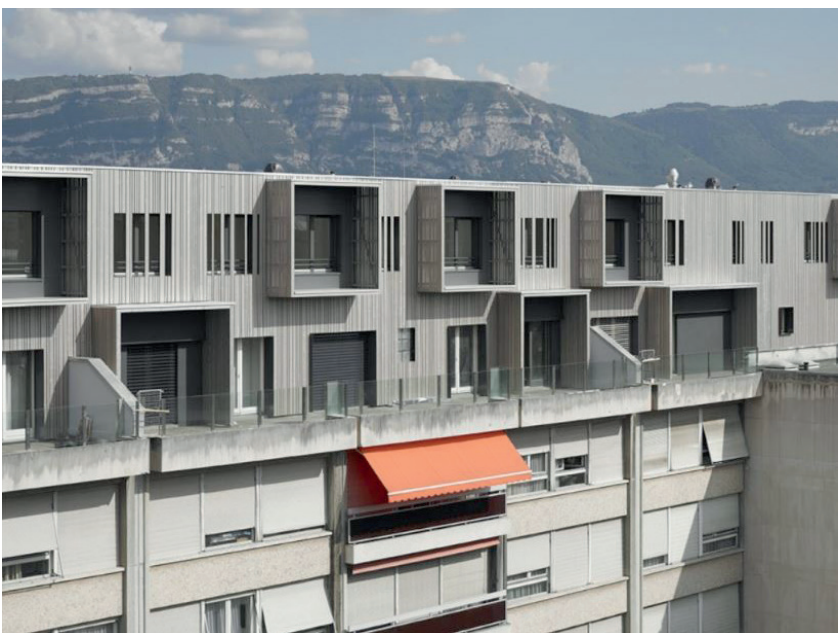


Image bâtiment de logements, Wood in the sky, Genève (CH)[15]
architectes: group8, 2012

(15) Group8; Wood in the sky; *Surélévation, logements Genève, 2009-2012*
URL: http://www.group8.ch/fr/projets/wood-sky_2
consulté le 10.11.2016

Ce type de surélévation est en majeur partie dicté par les règlements de gabarits, obligeant l'extension de certains bâtiments uniquement en retrait de la façade pour garantir des conditions d'éclairement naturelles de la rue.

L'architecture classique conçoit l'édifice en trois parties, le soubassement faisant office de massivité et stabilité du bâti, le corps répétant plusieurs étages similaires, et le couronnement marquant la fin du système répétitif des étages. Lorsque le couronnement du bâtiment est très marqué, la partie surélevée doit assurer une nouvelle manière d'arrêter le bâtiment, sans renier le couronnement existant.[16] Ainsi, le retrait en façade d'un dernier permet d'arrêter le bâtiment de manière élégante.

Dégageant une surface sur le périmètre du gabarit ajouté, la surélévation en retrait accueille souvent une grande terrasse ou esplanade en toiture. Lieu en hauteur et belvédère sur la ville, de nombreuses entreprises y placent leurs programmes privilégiés, tel que salles de conférences ou bureaux présidentiels. Dans le logement, une telle opportunité est saisie pour y placer généralement des appartements de haut standing, permettant l'amortissement des coûts engendrés par le chantier.
Ce type de surélévation permet une plus grande liberté architecturale car le volume supérieur se dissocie complètement de l'objet sur lequel il est posé.
De plus, il est souvent difficile d'appréhender une surélévation en retrait depuis la rue, ajoutant un certaine forme de privacité au lieu.

La principale critique de ce type de surélévation est donnée par ses atouts, la pénurie du logement dans les centres-ville ne peut être résorbé durablement avec des attiques car elle ne profite la plupart du temps que de 1 ou maximum 2 étages supplémentaires. De plus, de part sa position dégagée de la ceinture porteuse, les descentes de charges obligent une construction légère.

(16) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Les attitudes architecturales*; p.36

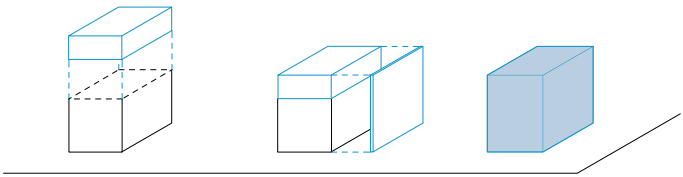


Image adaptation d'une école pour usage élargi, Linz (CH)[17]
architectes: Grundstein, 2009

(17) MOOSER Markus, MERIGEAUX Lucie, PFLUG Denis, HORSCH Bettina; *Bois et réhabilitation de l'enveloppe, rénover, isoler, optimiser;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Assurer le confort thermique*; p.199-202

Lorsque le bâtiment existant présente peu de caractère, qu'il n'exprime pas de valeurs précises, ni par rapport à son passé, ni par sa qualité architecturale ou constructive, la conception de la surélévation se pose moins en termes de conservation. Il s'agit alors davantage de transformer l'existant pour donner vie à une identité nouvelle.[18]

En profitant des installations de chantier pour la surélévation tel que les échafaudages ou grues, il est profitable d'allonger leur utilisation pour refaire la façade du bâtiment et la remettre aux normes actuelles (isolation). En profitant du fait que la phase de location, de montage et de démontage ne soit faite qu'une seule fois lors des travaux, un gain non négligeable en ressort pour le maître d'ouvrage. De plus, dans certains cas, cela permet de revoir entièrement la façade, en démantelant l'existante et la remplaçant par des modules préfabriqués. Cela permet de projeter une continuité entre le soubassement de l'édifice et la surélévation elle-même ou alors briser la monotonie et répétitivité d'une façade ayant peu d'intérêt pour proposer une plus forte identité au bâtiment.

(18) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Les attitudes architecturales*; p.37

(19) Ibidem (17)

La norme SIA permet de calculer l'efficacité thermique de l'enveloppe en considérant l'édifice comme un tout et non plus en calculant chaque partie séparément (façade, toiture, fondations…). Il est alors possible de compenser l'isolation dans certaines parties du bâtiment, pour pouvoir mettre en valeur une façade travaillée ou ornementée. Ainsi, il est possible d'isoler finement une façade de l'intérieur et de compenser cet amincissement de l'isolant par une isolation thermique épaisse en toiture.
Si cette pratique permet une grande liberté à l'architecte, tout en atteignant les standards actuels, voir ceux de Minergie, il est cependant paradoxal de parvenir à des standards thermiques élevés du bâtiment avec ce type d'intervention. Un bâtiment ayant une toiture sur-isolée et un pan de façade peu isolée n'arrivera jamais aux mêmes efficiences qu'un bâtiment homogène dans son enveloppe thermique. La norme prévoit un calcul du volume nécessaire pour isoler l'édifice et permet d'appliquer indifféremment les couches et épaisseurs d'isolants sur l'ensemble de celui-ci. (Par analogie, si deux individus possèdent la même quantité d'isolant, on considérera que celui qui l'aura appliqué sur l'entier de son corps sera tout autant protégé du froid que celui qui l'aura placé au-dessus de sa tête.) Si les normes acceptent et permettent des contournements, il convient de laisser cette pratique pour les édifices doté d'un patrimoine architectural indéniable et ne pouvant être refaits de l'extérieur.
Outre ce cas spécifique, la surélévation par habillage revoit lors de sa construction la remise à niveau de l'enveloppe du bâtiment et est ainsi plus durable dans la consommation des énergies.
Si l'habillage est envisagé pour contenir les descentes de charges nécessaires pour une surélévation plus haute que 1 ou 2 étages, elle rentrerait alors dans la dernière catégorie des surélévations extensions.

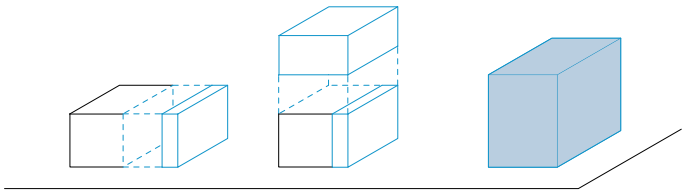


Image bâtiment UBS, Genève (CH)[20]
architectes: Richter Dahl Rocha & Associés architectes, 2015

(20) SIA; Section Genève; *Visites architecturales;* 2015
URL: http://www.ge.sia.ch/sites/ge.sia.ch/files/flyer%20sia_rh%C3%B4ne%208.pdf
consulté le 07.11.2016

Les exemples de surélévation extensions sont nombreux s'agissant de bâtiments publics, en réponse à une évolution des besoins, en particulier sur les bâtiments scolaires. Les fondations ou la structure du bâtiment existant ne peuvent pas toujours supporter la surcharge. La surélévation enjambe alors le bâtiment existant par un portique, afin de retrouver de nouveaux appuis fiables. Lorsqu'un bâtiment ne présente pas d'intérêt patrimonial et ne répond plus aux fonctions pour lesquelles il été construit, il peut être tentant de faire abstraction de l'existant. La solution jusqu'ici était souvent de tout raser, pour concevoir sans contraintes un nouveau projet qui réponde mieux aux nouvelles exigences. C'est précisément dans ces cas que la conscience des questions environnementales doit amener une réflexion approfondie, qui motivera un projet de réhabilitation globale, incluant tout ou partie de l'existant. Ce raisonnement en coût global doit en effet intégrer non seulement les coûts de déconstruction, mais également l'énergie nécessaire à la reconstruction d'un volume équivalent à l'existant.[21]

La surélévation par extension trouve ses intérêts économiques et de viabilité en préférant ne pas tout raser et intégrer le bâtiment existant au nouveau projet. De plus, si l'édifice reste en activité durant le chantier, il est souvent difficile de délocaliser les utilisateurs dans un autre lieu provisoire, générant un surcoût pour leur location.

(21) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Les attitudes architecturales*; p.39

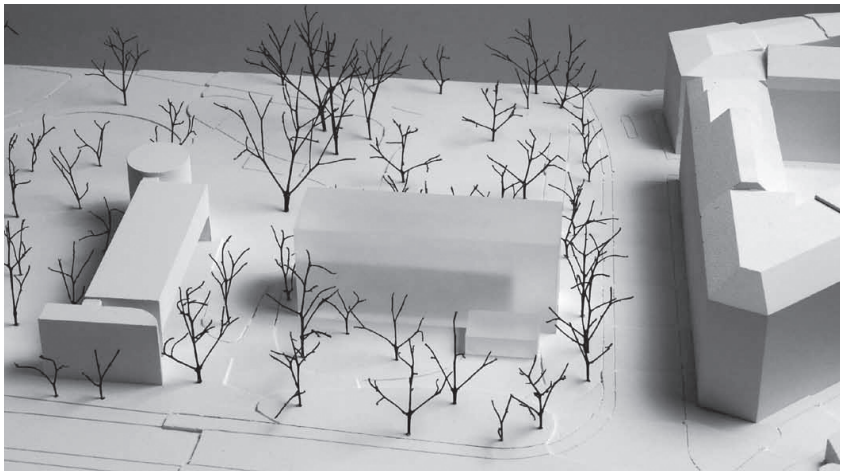


Image maquette, concours bâtiment scolaire, Parc des Cropettes, Genève (CH)[22]
architectes: Lvph Architectes Sàrl, 2010

Image tour de logement, Bois-Le-Prêtre, Paris (FR)[23]
architectes: Lacaton & Vassal, 2010

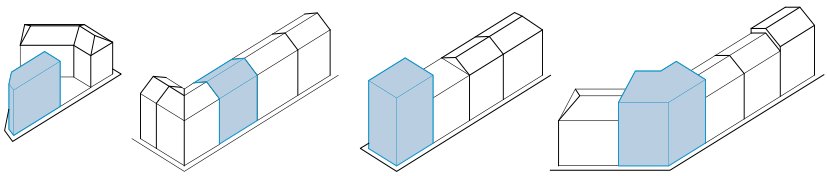
(22) VILLE DE GENEVE; Parc des Cropettes équipement scolaire et public; *Construction d'une salle d'éducation physique et de locaux pour la pratique de la musique*; Concours de projets d'architecture à un degré en procédure ouverte; avril 2010; p. 31

(23) SKYSRAPERCITY; *Buildings you would love to see demolished*; URL: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=114640777 consulté le 07.11.2016

Il appartient à l'architecte de faire apparaître ou dialoguer le volume enjambé ou au contraire de l'englober comme un tout. C'est cette dernière option qui fut projetée par les architectes et vainqueurs du concours pour l'école des Cropettes à Genève. Le concours visait à réaliser une salle de gymnastique et des locaux de musique dans un périmètre bien défini du Parc des Cropettes.
Prenant le risque de questionner la donne fixée par le programme, l'auteur du projet intègre la construction nouvelle à l'école enfantine existante, dans un seul et même ensemble compact. (…) qui rompt avec la stratégie amorcée et discutable des adjonctions successives des pavillons au gré des besoins.[24]
Le projet vainqueur (réalisé par le bureau LVPH architectes sàrl) propose une nouvelle solution, encore non envisagée par les organisateurs du concours : celle de la surélévation d'un bâtiment existant. Elle évite ainsi le problème complexe et délicat de l'ajout d'un complexe sportif dans une parcelle limitée à la lisière du parc public et d'un carrefour mal défini.

Le fait d'enjamber la façade existante permet de la doubler d'une nouvelle peau et parfois d'étendre les surfaces habitables, et c'est dans ce domaine que les architectes Lacaton et Vassal excellent. Dans le projet de la maison Coutras (France), les architectes englobent la maison d'une serre pour en tirer parti. A plus grande échelle, ils réalisent le doublage et la nouvelle peau de la tour Bois-Le-Prêtre à Paris. Cette dernière, autoportante, permet d'assainir l'ancien revêtement en le remettant aux normes thermiques, de profiter des gains solaires passifs tout en augmentant la surface habitable des logements par des jardins d'hiver de 2m de large sur le long de la façade. Un tel projet fut possible en démontrant que le surcoût engendré par le doublage de la façade serait amorti par les réductions de pertes énergétiques de la nouvelle structure (gains économiques), sans pour autant avoir à rehausser les loyers des habitants.

(24) VILLE DE GENEVE; Parc des Cropettes équipement scolaire et public; *Construction d'une salle d'éducation physique et de locaux pour la pratique de la musique*; Concours de projets d'architecture à un degré en procédure ouverte; avril 2010; p. 6



isolé contigu en tête d'angle

Image personnelle, élévation Sud rue de Boston, Lausanne

Image de la façade place de Cornavin, Genève[25]

(25) GOOGLE MAP; Street View; 2014;
URL: https://www.google.ch/maps/@46.2099133,6.1433416,3a,75y,106.78h,95.65t/data=!3m6!1e1!3m4!1sKRp6FAaNdaXtVjwxok4zPg!2e0!7i13312!8i6656
consulté le 27.12.2016

Outre les préoccupations de morphologies de la surélévation, il est également important d'analyser la situation géographique d'un bâtiment par rapport au tissu urbain de la ville. Les immeubles solitaires ou isolés bénéficient d'une situation différente que les bâtiments contigus.
Un édifice en tête de rue ou d'angle a une place et opportunité supérieure aux immeubles de rapport, qui se doivent de suivre le front bâti. Ces édifices de « proue » peuvent devenir des points de repères dans la ville, ayant 3 façades donnant sur rue. La tour Bel Air est un exemple concluant sur le sujet. Bien avant l'extension verticale des villes contemporaines, la ville moyenâgeuse utilisait déjà des repères dans le paysage, voyant sa ligne d'horizon ponctuée de repères hauts qu'étaient les grands édifices religieux (clochers et tours).

Prenons par exemple la ville de Lausanne qui se caractérise par les immeubles solitaires dans une typologie du « plot ». Elle n'est autre qu'une typologie de villa superposée sur 3 ou 4 étages. On ressent alors que la ville peine à s'affranchir de cette morphologie rurale tout en voulant se densifier (l'Avenue de Boston est un exemple typique du plot lausannois).
Genève, quand a elle, s'est développée en tant que ville et organisme, grandissant dans un périmètre restreint qui furent pendant longtemps ses murailles. Elle promut très tôt la contiguïté des constructions pour obtenir un tissu dense et cohérent. La typologie définissant en majeure partie la ville est celle de l'îlot, mettant ainsi en accord plusieurs objets architecturaux pour en former une unité cohérente.
L'image urbaine de la ville s'identifie alors à la continuité, à la suite ininterrompue de façades, déterminant la rue comme figure dominante.[26]

Dès que deux volumes se superposent, un rapport de proportions s'instaure immédiatement et la question de l'équilibre se pose. Comment prolonger sans troubler l'équilibre des masses existantes ? [27]
Lorsque la surélévation est elle-même plus haute que l'édifice existant (en étages), un rapport de proportions s'inverse. Dans ce cas, la surélévation habillage ou extension sont préférables afin de rétablir une unité cohérente, dans la mesure des possibilités du site, et de le percevoir comme tout plutôt que par parties.

(26) WESTHOFF, Carole; *La surélévation: définition d'une problématique*; Enoncé théorique de projet de Master; EPFL, Lausanne; janvier 2016; p. 94

(27) Ibidem (26); p. 112

L'analogie entre le concours des Cropettes et la thématique de la surélévation en ville semble évidente. Dans un organisme dense, la surélévation est alors un outil pour densifier les centres à défaut de parcelles vierges ou constructibles. La ville est un organisme en constante mutation, subissant démolitions, nouvelles constructions et restaurations.
Les plans d'aménagement urbains ont une perspective de 15 ans, voir 30 ans selon certains scénarios; ces prévisions sont-elle encore temporellement adaptées à la situation?

En prenant comme postulat que la ville est en continuelle évolution, pourquoi ne pas prévoir dès le départ une structure propre à chaque édifice permettant une surélévation possible d'un minimum de deux étages?
Dans les normes de constructions, il est par exemple obligatoire de sur-dimensionner les structures publiques ou d'habitation de plus de 38 pièces afin d'en accueillir des abris antiatomiques au sein de l'édifice.[28] L'utilité de ces abris n'est pas la problématique de cet écrit. Cependant, cette obligation a un coût et alourdi le prix de la construction et donc des loyers pour la création de ces infrastructures souvent utilisés comme caves, voir comme ateliers. Le surcoût d'une telle loi n'est pas des moindres: sur la seule année 2006, les coûts découlant de l'entretien, la construction ainsi que la destruction de ces objets ont atteint 167,4 millions de francs, dont 128,2 à la charge des particuliers.[29]
Si un article de loi força depuis le début des années 60 jusqu'à nos jours la construction presque systématique d'abris atomiques, malgré leur réel besoin, on peut se demander pourquoi ne pas exiger un simple sur-dimensionnement des structures lors des constructions actuelles afin de palier aux besoins présents et futures de la ville. En effet, aujourd'hui rien n'est mis en place pour favoriser et valoriser les édifices en tant qu'organismes pérennes et évolutifs. Le cycle de destruction et de reconstruction est devenu malheureusement la règle qui dicte et façonne la ville contemporaine.

(28) RTS INFO; SUISSE; *Les abris PC ne devraient plus être obligatoires;* 09.03.2011
URL: https://www.rts.ch/info/suisse/3005564-les-abris-pc-ne-devraient-plus-etre-obligatoires.html
consulté le 10.12.2016

(29) MARIANI Daniele; SWISSINFO; A chacun son bunker; 23.10.2009
URL: http://www.swissinfo.ch/fre/a-chacun-son-bunker/7485678
consulté le 10.12.2016

La surélévation directe, en retrait ou avec réfection de façade ne répondent aujourd'hui qu'à des besoins à court terme de logements. Elles ne permettent pas d'extensions futures sur celles-ci pour des raisons statiques, à moins de revoir le système porteur du bâtiment. Ainsi, un édifice ayant été surélevé ne le sera plus par la suite et subira à son tour une destruction pour laisser place à une construction plus haute qui pourra éventuellement être surélevée à son tour, et ainsi de suite. La surélévation-extension permet un rehaussement du nombre d'étages plus conséquents et par définition plus durable.

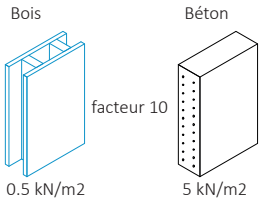
# COMMENT SURELEVER

## MATERIAUX

Le choix des matériaux de surélévation est principalement dépendant de sa charge. En effet, le poids additionnel est souvent déterminant pour la faisabilité des projets des surélévations, les structures porteuses des immeubles existants sont rarement à même de supporter une augmentation importante des charges verticales.[30]

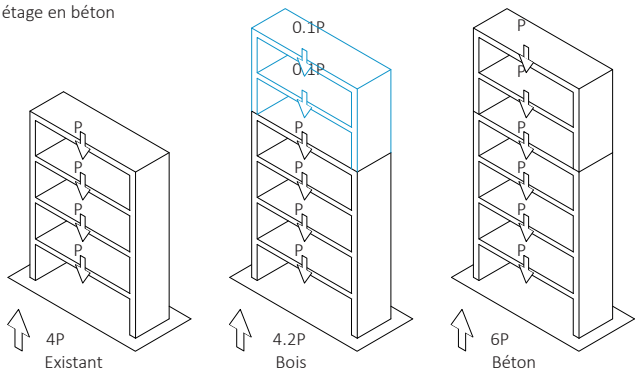
Ce chapitre se focalise sur les matériaux pouvant être utilisés dans le cas d'une surélévation de types « directes » (posées à même le bâtiment) en comparaison avec une surélévation-extension, qui permet l'usage de tout type de matériaux pourvu que les charges structurelles aient été dimensionnées en conséquence pour les porteurs extérieurs.

Poids-propre éléments bois et béton[30]
en kN/m2



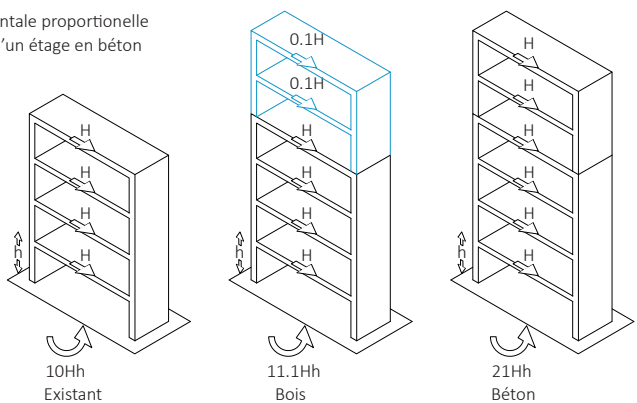

Augmentation du poids en fonction du matériau de surélévation[30]
bâtiment à 4 étages et surélévation +2

P : poids d'un étage en béton




Effort d'encastrement[30]
avec charge horizontale propotionnelle au poid des étages

H : force horizontale proportionelle
au poids d'un étage en béton




(30) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Un poids propre incomparable pour limiter les surcharges et les contraintes sismiques*; p.25-26

## BETON

Totalement envisageable pour un type de surélévation extension, il reste plus problématique pour les surélévations traditionnelles posées à même le bâtiment. Le béton pèse en moyenne 5 fois plus, pour le même volume, que son concurrent le plus léger : le bois. De plus, pour une paroi porteuse, le béton pèse 10 fois plus que la même paroi en ossature bois, ce qui rend ce matériau peu compétitif par rapport au ratio poids-propre et résistance.

## MACONNERIE

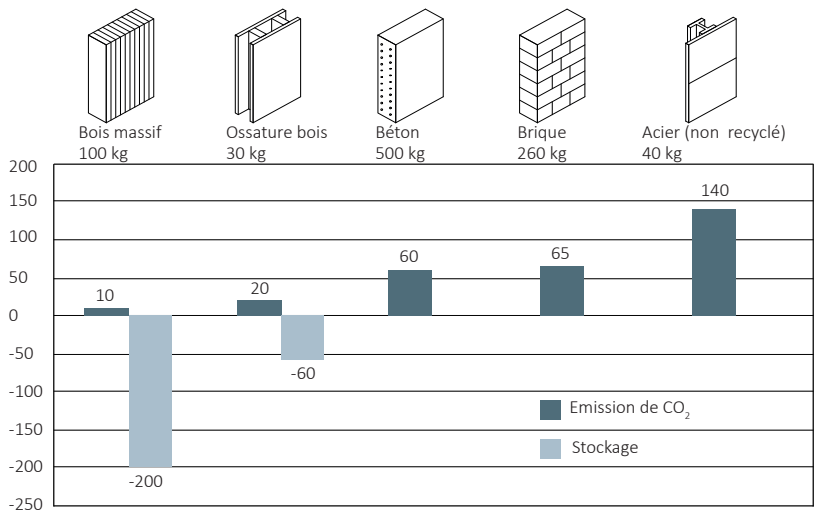
La maçonnerie comporte les mêmes caractéristiques que celles du béton, mis à part qu'elle ne peut être mise en place sur porteurs ponctuels (colonnes), contrairement à ce dernier. Elle possède une masse volumique légèrement inférieure à celle du béton située entre 1800 et 2100 kg/m3. Il est dès lors impossible d'envisager une telle construction sans surcharger le bâtiment. Dans le cas de figure d'une surélévation de deux étages massifs sur un édifice 4 niveaux, cela implique une augmentation de la charge sismique sur l'édifice existant de l'ordre de 110%, contre 10% pour le bois. Un surélévation utilisant des matériaux lourds nécessite une analyse détaillée des charges et des mesures de renforcement appropriées, y compris aux fondations. Pour les matériaux légers, l'augmentation des charges se situe, pour le socle, dans la marge d'erreur du calcul de dimensionnement par majoration des facteurs.[31]

(31) Ibidem (30); p.26

## METAL

Le métal est un des bons concurrents au bois par sa construction légère et par éléments profilés. Tous deux, contrairement aux matériaux massifs, peuvent intégrer l'isolation entre les montants verticaux et limiter l'épaisseur du mur pour offrir un gain d'espace. Ils profitent également de l'avantage de la construction sèche, et font ainsi l'économie des temps de séchage incompressibles qui sont imposés par les matériaux mis en œuvre par voie humide tel que le béton ou la maçonnerie.[32]
Cependant, par rapport aux autre matériaux de construction, le métal possède le coefficient le plus élevé en termes d'émissions CO2 pour sa production au m2.

Emissions de $C0_2$ par matériaux de construction[33]
Emission $kgCO_2/m^2$




(32) Ibidem (30); p.29

(33) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Une ressource durable*; p.31

## BOIS

Le bois est un des rares matériaux de construction ayant une résultante positive au bilan carbone. La croissance de ce matériau est directement liée au processus de captation de CO2 et de libération de l'oxygène lors de la photosynthèse de l'arbre. Il est un des seuls matériaux de construction à bilan énergétique positif face aux autres matériaux de construction tels que le béton, la brique ou l'acier. Le carbone présent dans l'air est ainsi stocké au sein de la matière. La mise en œuvre d'un mètre cube de bois équivaut à une tonne de CO2 stockée (le CO2 étant un des gaz à effet de serre les plus importants).

Par ailleurs, la récolte et transformation du bois ne nécessite que peu d'énergie en comparaison aux autres matériaux de construction. L'énergie grise pour la production du bois est ainsi nettement inférieur face à l'extraction minière et la transformation en produit finit nécessaire des autres matières.

Outre les avantages cités, il est un matériau à la conductivité thermique réduite. Un matériau est dit isolant lorsque sa conductivité thermique (sigma) est comprise entre 0.03 et 0.06 W/mK. Le bois avec une conductivité de 0.17 en moyenne n'est que 4 fois plus conducteur qu'un isolant. A titre comparatif, le béton ordinaire, avec une conductivité de 1.9, est 50 fois plus conducteur.[34] En utilisant le bois comme structure portante, qui est peu sensible aux écarts de températures (en comparaison à l'acier), nous favorisons les performances énergétiques de l'ensemble du bâtiment, créant moins de ponts de froid. Une surélévation en bois permet de diminuer les déperditions thermiques du bâtiment en toiture, celles-ci pouvant aller jusqu'à 10% pour un immeuble locatif peu isolé. Elle peut également favoriser une mise aux normes thermiques de l'entier du bâtiment en profitant des travaux pour assainir la façade.

(34) MOOSER Markus, MERIGEAUX Lucie, PFLUG Denis, HORSCH Bettina; *Bois et réhabilitation de l'enveloppe, rénover, isoler, optimiser;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Assurer le confort thermique*; p.41

Les avantages en matière de conductivité thermique sont nombreux. Ainsi, les dérivés du bois, tels que les panneaux de fibres ont une conductivité thermique de seulement 0.07 W/mK pour ceux à la masse volumique la plus légère (de type « Pavatex ») et le panneau de particules (type OSB) est à 0.10 W/mK pour une masse volumique de 300 kg /m3.[35]
Le bois peut également être utilisé comme matériau isolant sous forme de flocons de cellulose (recyclés à partir de papiers journaux) et insufflés dans les parois à isoler, ou sous forme de panneaux de fibres de bois très léger (110kg/m3) avec une conductivité de 0.038 W/mK (de type Pavatherm).[35]

La légèreté du matériau permet, lorsque les gabarits de surélévation sont définis en fonction d'un profil de pente de toit et qu'il est impossible de surélever dans le prolongement direct de la façade, que l'extension soit mise en retrait sans surcharger la structure existante.[36]
En négligeant les autres composants de la construction (isolation, finition, etc.) admis égaux dans les deux cas, on peut ainsi admettre qu'un étage de surélévation en ossature bois représente seulement 10% du poids propre d'un étage en construction massive.[37]

(35) Site: Pavatex; Produits; Mur;
URL: http://www.pavatex.ch/fr/produits/mur-isolant/pavatherm/
consulté le 11.10.2016

(36) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie;
*Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011;
Presses polytechniques romandes; chapitre: *Un poids propre incomparable pour limiter les surcharges et les contraintes sismiques*; p.27

(37) Ibidem (36); p.25

Bien que leur utilisation ne soit coutumière dans la construction européenne, cet aparté sur d'autres matériaux organique met en avant leur potentiel et ouvre quelques perspectives d'usage.

## BAMBOU

Un des principaux atouts du bambou est qu'il pousse très rapidement. De plus, il peut stocker 30% de CO2 en plus qu'une forêt de feuillus par hectare. Pour donner une échelle de comparaison, l'épicéa commun pousse d'une dizaine de centimètres à 1 mètre par an, ce que fait le bambou en un jour.[38] Cet avantage de croissance en fait un des concurrents majeurs pour le bois. En effet, lors de la coupe du bambou, grâce à son système de tiges souterraines (rhizomes), il est capable de se régénérer et donner jusqu'à 5 pousses. Il faut attendre au minimum 2 ans pour récolter le bambou adulte qui mesure aux alentours de 5 mètres. Le bambou s'adapte à de nombreux climats et est donc présents naturellement sur tous les continents à l'exception de l'Europe et de l'Antarctique. Cet inconvénient implique la coupe et l'importation d'espèces étrangères, ce qui réduirait considérablement l'avantage de ce matériau organique sur l'environnement et augmenterait les dépenses en matières grises pour son acheminement.[38]

Pourtant, une étude menée en 2005 par l'université de Delft comparant l'acier, le béton, le bois local, le bois indigène et le bambou importé du Costa-Rica indique qu'il aurait malgré tout la plus basse empreinte écologique de tous.[39]

Le bambou possède une section particulièrement avantageuse pour les structures. Sa forme tubulaire ronde et évidée en son centre réagit de manière très efficace aux sollicitations tout en allégeant au maximum son poids.

Dus à son comportement mécanique favorable, sa haute flexibilité, son grand taux de croissance, son poids faible et son cout faible d'achat, le bambou est un matériau avec beaucoup d'opportunités.[40] Il est d'ailleurs couramment utilisé en Asie pour réaliser des échafaudages, même de grands immeubles.

(38) Documentaire ARTE; Habiter Le Monde; *La vallée des bambous;* 25:50; 17.10.2016
URL: http://future.arte.tv/fr/la-vallee-des-bambous?language=fr
consulté le 21.10.2016

(39) VAN DER LUGT P., VAN DEN DOBBELSTEEN A.A.J.F;
*Construction and Building Materials;* Volume 20; Issue 9; novembre 2006;
chapitre: *An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures*; p.648-656
URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061805001157
consulté le 10.12.2016

(40) Ibidem (39)

Image échafaudages en Bambou[41]
Chine

Image pavillon en Bambou[42]
Colombie

Images construction isolation en paille[43]
France

Images construction isolation en paille[44]
France

(41) BLOG SUITE 910; Architecture of density; 09.04.2014;
URL: http://suite910.com/architecture-of-density-de-michael-wolf/
consulté le 11.11.2016

(42) ARENAS Macky; *VELEZ Simon, La Rebelion de la Guada*;
BLOG: Arkilinea Ideas Arquuitectonica
URL: http://arkilineacolombia.blogspot.ch/2016/06/simon-velez-la-rebelion-de-la-guadua.html
consulté le 11.11.2016

(43) BLOG: Conseils Thermiques; *Construire une maison en paille;* 17.09.2015
URL: http://conseils-thermiques.org/contenu/images/construire_paille_2.jpg
consulté le 11.11.2016

(44) Ibidem (43)

Toutefois, les avantages géométriques du bambou sont aussi ses inconvénients. Avec sa section ronde et évidée, il pose des problèmes dans la jonction et articulation des éléments (contrairement au bois dont les sections sont débitées de manière rectangulaire). De plus, le manque de savoir local pour son utilisation dans la construction en diminue fortement son potentiel pour la construction. Ainsi, son utilisation régionale se situe uniquement dans les constructions temporaires ou de type pavillonnaires.
Bien que très résistant, il reste cependant un matériau flexible et son utilisation pour des infrastructures plus haute qu'un étage pose problème. Les charges de plancher nécessaires sont trop conséquentes pour l'utilisation de ce matériau en Europe; le risque de flambage étant souvent l'élément prépondérant pour le dimensionnement structurel.
Un moyen envisageable, mais peu mis en pratique, serait d'utiliser le bambou sous forme de caissons ossatures ou en lamellé-collé.

## PAILLE

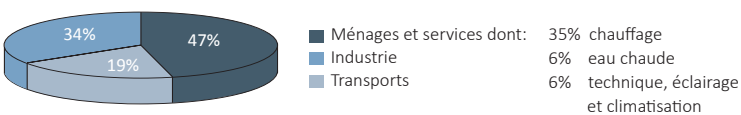
De nombreuses maisons écologiques construites en paille ont vu le jour en Europe ces dernières années. Cette matière organique et isolante permet de l'utiliser pour la construction grâce au compactage en bottes et par empilement. Avec une énergie grise légèrement inférieure à celle du bois, elle se proposerait ainsi comme matériau à potentiel. Toutefois, les constructions entièrement en paille sont possibles mais très limitées dans leur hauteur et ne possèdent généralement qu'un étage. Une construction de plusieurs niveaux dite, en paille, possède alors une ossature généralement en bois pour la statique de la construction. La paille reste avant tout un élément de remplissage plutôt qu'un élément structurel.

# CRITERES DU MATERIAU

## LE CHOIX DU BOIS

De part son bilan carbone positive, son faible coût en énergie grise, ses performances thermiques ainsi que son faible poids, le bois est indéniablement le matériau de prédilection dans la surélévation. Les chapitres suivants illustrent de manière plus précise le choix du bois, sous différents critères, mettant en lumière ses avantages mais également ses faiblesses.

Répartition de la consommation d'énergie finale en Suisse[45]




(45) MOOSER Markus, MERIGEAUX Lucie, PFLUG Denis, HORSCH Bettina; *Bois et réhabilitation de l'enveloppe, rénover, isoler, optimiser;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Diminuer la consommation d'énergie*; p.13

## AVANT-PROPOS

Les défis majeurs du 21ème siècle sont étroitement liés à la fin de l'Age du pétrole.[46]

Plusieurs estimations appuient la remise en question du système actuel de production, de consommation et de construction. La Suisse, pays pourtant enclin aux questions environnementales, consomme, en extrapolant son comportement au reste de la population mondiale, l'équivalent de 3 planètes et demi.

Les déchets issus de la construction et démolition des bâtiments constituent plus du quart des déchets globaux de l'union européenne. Ceux-ci sont estimés entre 25 et 30%[47]et comprennent des matériaux, tels que le béton, brique, gypse, bois, métal, verre, plastiques, solvants, tout venant.

Une grande partie des matériaux peuvent être recyclés. Cependant, pour des raisons de coûts élevés dans l'assainissement de ces matières, le tri et la réutilisation restent trop faible.

L'énergie consommée par les ménages (chauffage, climatisation, eau chaude, sanitaires...) représente près de la moitié de la consommation actuelle suisse, devant les transports à 34% et l'industrie à 20%.

L' émission de CO2 des ménages suisses a baissé de 10% depuis 1990 malgré une augmentation du parc immobilier de près de 25%. Un bâtiment contemporain consomme le dixième d'une construction de 1970. [48] Cependant, la régénération et rénovation lente du parc immobilier, qui correspond à 1% par an environ, prendrait logiquement près d'un siècle pour mettre l'ensemble de ce parc aux normes actuelles, sans prendre en compte la future obsolescence de ce que nous construisons maintenant.

La notion de durabilité peut être établie comme la capacité à durer dans le temps. Un matériau durable sera alors compris comme un matériau ayant une grande longévité et ne nécessitant que peu d'entretien ou remplacement, ce qui est par exemple le cas de la pierre de taille dans la construction.

---

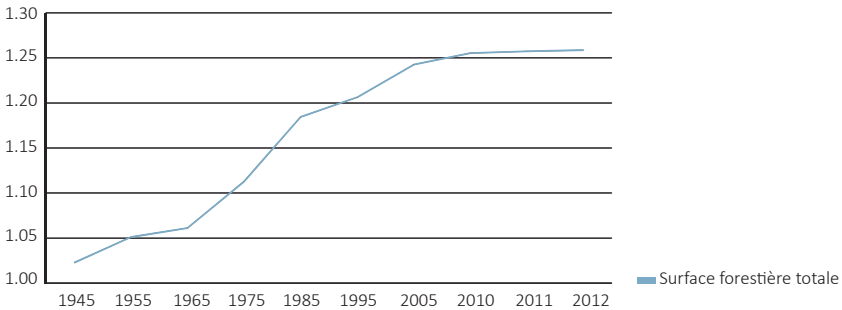
(46) MOOSER Markus, MERIGEAUX Lucie, PFLUG Denis, HORSCH Bettina;
*Bois et réhabilitation de l'enveloppe, rénover, isoler, optimiser;* Lausanne; 2014;
Presses polytechniques romandes;
chapitre: *Diminuer la consommation d'énergie*; p.11

(47) Ibidem (46) p.12

(48) European Commission;
Environment *Waste, Construction and Demolition Waste (CDW);* 17.06.2016
URL: http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm
consulté le 10.10.2016

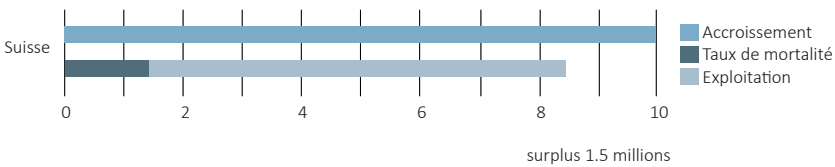
Evolution de la surface forêstière en Suisse, 1945 - 2012[49]

en millions d'hectares




Accroissement, taux de mortalité et exploitation du bois (Suisse)[50]

en millions de $m^3$/an




(49) Confédération suisse; Office fédéral de l'environnement OFEV;
*Annuaire La forêt et le bois*; Bern, 27.12.2013; p.14
URL: http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01743/index.html?lang=fr
consulté le 04.11.2016

(50) MOOSER Markus, MERIGEAUX Lucie, PFLUG Denis, HORSCH Bettina;
*Bois et réhabilitation de l'enveloppe, rénover, isoler, optimiser;* Lausanne; 2014;
Presses polytechniques romandes;
chapitre: *Rénover, le choix du bois*; p.63

## DURABILITE DU BOIS

Au cours de l'histoire, l'homme a souvent réutilisé les matières premières disponibles et avoisinantes, allant même jusqu'à démanteler d'anciennes constructions pour en récupérer les matériaux, ce que faisaient couramment les constructeurs romains.
Cette notion de durabilité peut aussi être perçue plus globalement comme la relation que l'homme entretien avec la nature, sorte d'échange constant permettant d'assurer la pérennité de chacun. Cela implique le maintien et la gestion de l'environnement (dont les matériaux) sur le long terme. Ainsi, l'exploitation de la ressource pétrolière est perçue et caractérisée comme ressource non durable. Son taux de renouvellement (entre 20 à 350 millions d'années) est de loin supérieur aux quantités exploitées par l'homme pour avoir accès à cette ressource.[51]
Le bois, est quand à lui une matière indigène et renouvelable qui bénéficie d'une longue tradition. En Suisse, la forêt recouvre environ un tiers du territoire et son exploitation est limitée par son taux de renouvellement naturel. Les forêts sont ainsi protégées et représentent une gestion durable de cette ressource.
Pourtant, seule une partie de l'accroissement en bois de nos forêts est exploitée. Paradoxalement, nos forêts ont grandi de 23% depuis l'après-guerre, ce qui correspond à un volume de 240 000 hectares.[52]
La Suisse présente un accroissement forestier annuel de 1.5 millions de mètres cube de bois (nombre de $m^3$ supérieurs au taux de mortalité et d'exploitation combinés).[53] Ces 1.5 millions de mètres cubes sont donc un surplus.
Ainsi, on peut considérer cette ressource locale est à l'heure actuelle comme sous-exploitée en rapport à son optimum de régénération naturel.

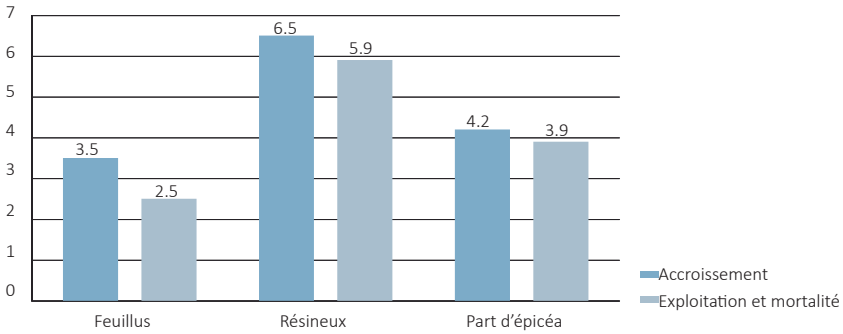
(51) Confédération suisse; Office fédéral de l'environnement OFEV;
*Annuaire La forêt et le bois*; Bern, 27.12.2013; p.14
URL: http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01743/index.html?lang=fr
consulté le 11.11.2016

(52) Ibidem (xx)

(53) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;*
Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes;
chapitre: *Le matériau bois, une place de choix*; p.63

## Accroissement, exploitation, mortalité par essence[54]

en millions de $m^3$/an




## Part du volume sur pied de certaines essences forestières[55]

| Essence | Volume sur pied % | Marge d'erreur en % +- |
|---|---|---|
| Résineux, total | 66.8 | 2.0 |
| épicea | 43.6 | 1.3 |
| sapin (sapin blanc) | 14.1 | 0.8 |
| pin | 2.8 | 0.3 |
| mélèze | 5.4 | 0.4 |
| arolle | 0.5 | 0.1 |
| autres résineux | 0.3 | 0.1 |
| Feuillus, total | 33.2 | 3.0 |
| hêtre | 18.8 | 0.8 |
| érable | 3.4 | 0.2 |
| frêne | 4.0 | 0.4 |
| chêne | 1.9 | 0.2 |
| châtaignier | 1.3 | 0.2 |
| autres feuillus | 3.8 | 0.3 |

(54) Confédération suisse; Office fédéral de l'environnement OFEV; *Annuaire La forêt et le bois*; Bern, 27.12.2013; p.28
URL: http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01743/index.html?lang=fr
consulté le 04.11.2016

(55) Ibidem (x)

## DURABILITE DU BOIS

La croissance du bois atteint en Suisse 8 à 10 million de mètres cube par an. Autrement dit, chaque seconde 0.3 mètres cube de bois repoussent. Cela veut dire que toutes les 4 à 6 minutes nous obtenons le bois nécessaire pour une maison.[56]

Dans les forêts suisses, sont présents en grande quantité l'épicéa (43.6% du volume forestier), le sapin (14.1%) et le hêtre (18.8%). Rien que ces 3 essences représentent plus des 3/4 du volume de bois présent sur le territoire.[57]
Facilement accessible, il est possible de recourir aux essences européennes comme le chêne, l'érable, le pin ou le douglas pour les constructions locales. Toutefois, les bois importés et étrangers au climat ont tendance à moins bien s'adapter aux conditions de températures et humidités sous nos latitudes.
Ainsi, favoriser les bois indigènes se révèle être une stratégie doublement payante : les bois résistent mieux et durent plus longtemps que ceux importés (à quelques exceptions près) et s'inscrivent dans une démarche plus durable pour l'environnement.
Utiliser le bois dans la construction est en somme un engagement de durabilité et une conviction forte face aux enjeux énergétiques et environnementaux dans les projets contemporains.

(56) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;*
Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes;
chapitre: *Ecologie, architecture durable*; p.19

(57) Confédération suisse; Office fédéral de l'environnement OFEV;
*Annuaire La forêt et le bois*; Bern, 27.12.2013; p.28
URL: http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01743/index.html?lang=fr
consulté le 11.11.2016

## COUTS FINANCIERS

Sébastien Marot, professeur honoraire de l'EPFL, explique que le prix des matières premières vendues sur le marché est loin d'être représentatif de leur valeur réelle. En effet, celui-ci est fixé par le processus de transformation d'un produit par l'homme et non par le temps qu'il a fallu à la nature pour le produire. Le marché actuel néglige totalement la notion de durabilité dans les échanges commerciaux. Ainsi, nous constatons de grandes disparités dans le marché global, et le prix du $m^3$ de bois est nettement supérieur à celui du béton, malgré le fait qu'il faille relativement moins d'efforts (énergie grise) pour sa collecte et son sciage.

L'exploitation des forêts suisses s'inscrit dans un développement durable, selon des normes dictant la repousse d'un nombre équivalent d'arbres enlevés. Pour d'autres matières, souvent importées, la question du renouvellement est toute autre. C'est actuellement le cas du sable, troisième ressource la plus utilisée au monde après l'eau et l'air. Utilisé en énorme quantité dans la fabrication des matériaux comme le béton, le verre et les circuits intégrés, l'exploitation abusive de cette ressource est fortement contestée. En effet, les conséquences de son extraction sont entre autre la destruction des fonds marins (biodiversité), l'érosion du littoral et va jusqu'à la disparition de certaines îles.
Si l'homme devait lui-même créer ses propres matières premières, le prix de celles-ci attendrait des proportions incalculables.
Le cout des matières est fonction de leur extraction, leur transformation, et pour le cas du bois, leur régénération. C'est la stratégie de planification durable du matériau qui lui vaut un prix dépassant celui des autres matières. Paradoxalement, nous l'avons vu, la quantité de bois à exploiter est en surplus.

Prix au $m^3$ selon matière HT:

- Bois (épicéa local) 700 CHF[58]
- Béton (type 3) 200 CHF[59]

(58) Site: CORABOIS, Charpente bois massif, Liste des prix
URL: http://www.corabois.ch/liste_prix/1_charpente/1_charpente.php;
consulté le 10.11.2016

(59) Site: SUGB, ASMP; VALBETON, Liste de prix 2016
URL: http://www.valbeton.ch/fichiers/20160224051908.pdf;
consulté le 10.11.2016

## TEMPS DE PRODUCTION

Les matériaux dits contemporains comme le béton ou les métaux ont pu se populariser grâce à la révolution industrielle et à la mise en place du système type « fordisme » dans la chaine de production. Il est rare qu'une entreprise ayant effectué les fouilles et l'extraction des minerais pour ces matériaux en fassent aussi la transformation et commercialisation en produit. Les matériaux composés comme le béton (agrégats, sable, ciment, acier, eau) sont alors possibles car les extractions de ses composants sont fait indépendamment du produit finit, se trouvant la plupart du temps dans des lieux géographiquement bien distincts.

Le bois, quant à lui, est plus local dans sa production «traditionnelle» et autonome dans sa méthode d'extraction. De plus, le matériau souffre peu des affects du marché global s'il est consommé localement. Il favorise le marché et l'économie locale sur le long terme. Rarement possible avec d'autres matières qui ne soient organiques, la règle générale d'extraction des matières est avant tout de pouvoir laisser le site d'extraction tel que l'on a trouvé. Prélever ce que l'on a besoin et laisser le temps de régénération nécessaire à ce qui a été extrait du site.

Une fois débité, le temps de production du bois est ensuite régit en grande partie par son temps de séchage. Il faut que celui-ci descende à une humidité de 14-15%, proche de celle pour sa mise en œuvre et durée d'exploitation. Le facteur limitant pour le bois est ainsi son séchage, mais également son stockage. L'entreposage du matériau nécessite de grandes infrastructures, halles et séchoirs afin qu'il puisse être utilisé en toute saison. L'assemblage des pièces de bois préfabriquées sont montées en usine pour que les différents corps de métier puissent intervenir sur de grands éléments et réduire son temps de production tout en améliorant la qualité des produits finis.[60]

(60) Entretient avec VOLET Pierre, Atelier Volet Charpentier / Bâtisseur SA; le 13.10.2016

## L' énergie grise des matériaux de construction[61]

en MWh/m³

| Matériaux | Energie grise MWh/m³ |
|---|---|
| Bottes de paille | 0.001 |
| Matériau bois | 0.1-0.6 |
| Béton cellulaire | 0.54 |
| Bloc de béton | 0.7 |
| Polystyrène expansé | 0.3-0.85 |
| Brique pleine | 1.2 |
| Béton armé | 1.85 |
| Acier recyclé | 24 |
| Acier primaire | 52 |
| Cuivre | 140 |
| Zinc-titane | 180 |
| Aluminium | 190 |

(61) ECOCONSO; *L'énergie grise des matériaux de construction;*
Fiche conseil n°155; décembre 2013
URL: http://www.ecoconso.be/sites/default/files/articles/fc155_energie_grise_materiaux.pdf;
consulté le 04.11.2016

## COUTS ENERGETIQUES

L'énergie grise (fabrication, transformation, élimination) nécessaire à l'exploitation du bois est relativement faible, du moment que celle-ci soit effectuée localement. En effet, c'est le transport du matériau qui est le plus gourmand en énergie. Les marchés étrangers (Allemagne principalement), ayant une productivité supérieure aux entreprises suisses, proposent des prix très concurrentiels, transport compris.
L'importante énergie grise nécessaire pour certains matériaux peut s'expliquer par des transports sur de longues distances, des procédés de fabrication à des températures très élevées ou des infrastructures industrielles énergivores. Une structure porteuse en métal demande énormément d'énergie grise étant donné que l'acier nécessite 30 à 300 fois plus d'énergie pour la fabrication que le bois.
De ce point de vue, les matériaux locaux, peu ou non transformés, ont un net avantage sur les autres : la terre, l'argile, le chanvre, la paille, le bois, la laine de mouton ou de cellulose sont des matériaux de construction qui peuvent à la fois répondre aux exigences modernes de la construction et qui ont une énergie grise très faible.[62]

Dans une économie globalisée, il est parfois difficiles de savoir d'où provient tel ou tel matière. Pour palier à ce problème, on peut se fier à certains labelles, certifiant la qualité et le contrôle de la traçabilité et origine de la matière. Le certificat d'origine bois suisse COBS exploite le bois des forêts suisses ainsi que sa transformation sur le territoire. Pour des produits mixtes, une part de 20% de bois étranger est autorisée, à condition qu'il provienne de régions bénéficiant de conditions d'exploitation similaires et qu'il possède un label attestant une production durable ou une provenance contrôlée.[63]

(62) Ibidem (61)

(63) MOOSER Markus, MERIGEAUX Lucie, PFLUG Denis, HORSCH Bettina;
*Bois et réhabilitation de l'enveloppe, rénover, isoler, optimiser;* Lausanne; 2014;
Presses polytechniques romandes;
chapitre: *Le matériaux bois, une place de choix*; p.64

## RECYCLAGE

Si l'assemblage du bois se fait très simplement, par tenons, visserie ou colles, ces différentes méthodes ne sont pas moins différentes. Un assemblage bois-bois ou de vis aura l'avantage de pouvoir être démantelés et recyclés facilement en fin de vie. La colle est plus problématique mais elle permet l'assemblage de grands éléments préfabriqués tel que des poutres lamellé collés permettant de grandes portées. Toutefois, en fin de vie, le recyclage du bois collé représente un inconvénient majeur. Une solution est sa réutilisation sous forme déchiquetée pour d'autres produits «collés », en grande partie pour l'aménagement paysager comme le paillis ou les panneaux de particules.

D'une manière générale, s'il est brûlé, le bois n'agit plus comme banque de carbone et libère dans l'atmosphère le CO2 auparavant emprisonné. Sa destruction par le feu engendrant une forte pollution, le bois traité nécessite des installations spécialisées.

En effet, l'aggloméré, le contre-plaqué et le multiplex contiennent de la colle et des liants qui libèrent des substances nocives comme le formaldéhyde. La peinture contient entre autres des liaisons métalliques comme le baryum, cadmium, chrome, coblat, plomb, cuivre, titane et zinc. Le bois imprégné contient du pentachlorophénol, de l'oxyde de tributylétain et des distillats de goudron. Le bois lasuré contient enfin du carbolinéum ou de la créosote, ce qui est extrêmement nocif pour la santé et l'environnement.[64] Le recyclage et le choix judicieux des produits de traitement sont ainsi à privilégier.

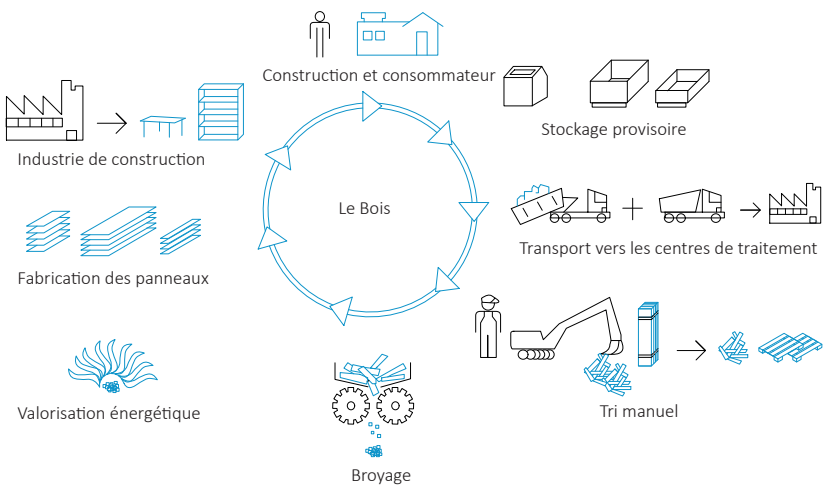
(64) Site: LIVIOS; contruire pour l'avenir; Info construction;
*Possible? Puis-je mettre du bois traité dans mon poêle?*
URL: http://www.livios.be/fr/info-construction/finitions/poeles-et-foyers/possible-puis-je-mettre-du-bois-traite-dans-mon-poele/
consulté le 29.10.2016

## RECYCLAGE

Si le bois ne peut plus être utilisé comme matériau de construction, il peut toujours fournir de l'énergie pour la production de chaleur ou d'électricité dans une installation appropriée.[65]

Brûlé dans des proportions adéquates, le dioxyde de carbone dégagé sera (...) absorbé par la forêt qui se renouvelle : le cycle naturel des échanges de carbone est ainsi bouclé.[66]

Lorsqu'une maison en bois est transformée ou modifiée ou qu'elle doit être démontée, le travail nécessaire est aisé. La plupart des assemblages peuvent être facilement défaits: que ce soit cloué, vissé ou emboîté. Le bois et ses dérivés ont plusieurs vies. Les éléments de constructions ainsi récupérés peuvent directement être réutilisés, car les caractéristiques physiques du bois ne s'altèrent pas. Cela est synonyme de véritable recyclage. D'autres éléments peuvent après préparation être réintégrés à la construction sous une autre forme (Downcycling).[67]

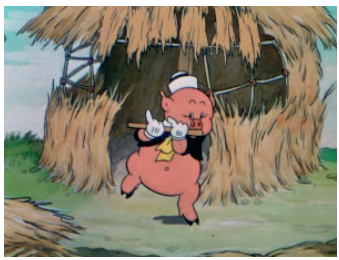
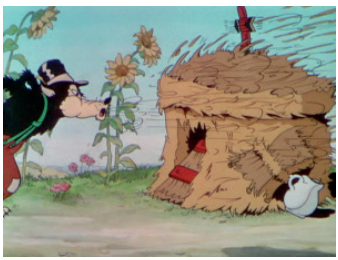
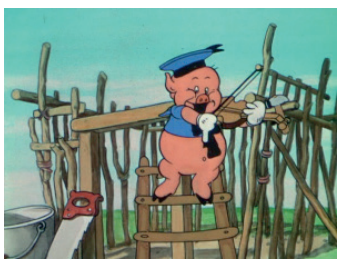



(65) LIGNUM; *Construction en bois, argumentaire;*
Lignum, Economie suisse du bois; décembre 2008; p.16
URL: http://www.lignum.ch/uploads/media/Construction_bois_Argumentaire.pdf;
consulté le 21.10.2016

(66) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;*
Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes;
chapitre: *Ecologie, architecture durable*; p.21

(67) Ibidem (65)

LES TROIS PETITS COCHONS[68]

(68) GILLET Burt; *Three little Pigs;*
Walt Disney Animation Studios; 1933
URL: http://www.chroniquedisney.fr/cartoon-05-silly/1933-cochons.htm
consulté le 02.01.2016

## LES TROIS PETITS COCHONS

Le bois a subit un désintérêt progressif dès l'après la guerre. En effet, l'utilisation des matériaux «modernes», comme le béton, s'imposa, promus par la force de la publicité et du fort consumérisme des années 60.
Le professeur Pierre Frey cite pour exemple le conte des « trois petits cochons » pour exprimer l'impact social qu'on eut certaines croyances populaires au sein de la société et de leur affect aux différents matériaux de construction. Ce conte traditionnel européen, datant du début du 18ème siècle, raconte l'histoire de trois cochons qui quittent le foyer familial pour construire leur propre maison. Le premier la construit en paille, le deuxième en bois et le dernier en briques. Le loup parvient à détruire la maison des deux premiers cochons en soufflant dessus. Ceux-ci se réfugient ensuite chez le troisième. Le loup se retrouve alors impuissant face à sa maison, construite en brique.
Ainsi le bois et la paille se trouvent «stigmatisés» face à la brique, idée véhiculée dès le plus jeune âge en faveur d'un «idéal de construction» à l'épreuve de toute attaque et du temps. Il faut noter que dans la version antérieure à celle de Walt Disney, les deux petits cochons se faisaient dévorés par le loup...

Image pavillon de recherche, Université de Stuttgart (ALL), 2011[69]

Image chapelle St-Loup, Pompaples (CH)[70]
architectes: Localarchitecture, 2007

(69) Blog: JULIO HIMEDE; Architecture, Design;
*ICD + ITKE Research Pavillon 2011*, 23.12.2016
URL: https://blog.juliohimede.com/2011/12/23/icd-itke-research-pavilion-2011/
consulté le 12.12.2016

(70) Site: Architizer; Temporary Chapel for the Deaconesses of St-Loup; 2007
URL: http://architizer.com/projects/temporary-chapel-for-the-deaconesses-of-st-loup/
consulté le 12.12.2016

L'expression «construire en dur», lorsqu'on parle de construction minérale, porte directement vers un sens plus fort, celui du long terme et de la pérennité de l'édifice, face à l'idée de «construire en bois», qui connote une réalisation éphémère (le pavillon, la cabane).
Ce n'est que récemment que la valeur de la construction bois a pris de l'ampleur, en particulier lorsque fut levé l'interdiction de construire plus d'un certain nombre de niveaux en bois. La norme de 1993 autorisait uniquement 2 niveaux constructibles (rez compris) et celle révisée de 2005, 6 niveaux maximum. En 2015, cette norme fut reconsidérée pour permettre au bois les mêmes possibilités que les autres matériaux au vu de ses capacités structurelles. Il est désormais possible de construire jusqu'à 99m de haut en bois.
Concernant la problématique du feu, notre perception du bois est fortement erronée. Le fait qu'il soit utilisé comme combustible de chauffage lui procure une image de matériau facilement inflammable et donc inapproprié face aux conditions de protection incendie dans la construction. Il offre cependant une excellente tenue au feu. En effet: «La combustibilité du bois se situe entre un paquet de biscuits petits beurres et une plaque de chocolat au lait», Denis Pflug.[71] Le bois (…) présente l'avantage de conserver ses propriétés mécaniques sous les effets d'un incendie (…). En effet, de par sa faible conductivité thermique, le bois transmet 12 fois moins vite la chaleur que le béton, 250 fois moins vite que l'acier et 1500 moins vite que l'aluminium. Sa très faible dilatation thermique et sa combustion lente assure une bonne stabilité des ouvrages, qui conservent longtemps leurs capacité mécaniques en cas de sinistre. La vitesse de progression de la couche carbonisée est de l'ordre de 0.8 mm/min pour les résineux. De plus, la couche carbonisée qui se forme en surface est huit fois plus isolante que le bois lui-même, ce qui freine d'autant la réduction progressive de la section. En outre, la combustion dégage très peu de gaz toxique.[72] La nouvelle norme permet désormais son utilisation dans les zones de voie de fuite, s'il possède un revêtement incombustible pour éviter toute réaction (dégagement de fumée) et le rende incombustible pendant le temps nécessaire de 30, 60 ou 90 minutes suivant les situations. Avant 2015 la norme bannissait irrévocablement le bois pour ces zones.[73] Il est désormais élevé au rang de matériaux de construction à part entière.

(71) Entretient avec PFLUG Denis; technicien; CEDOTEC, Office romand de LIGNUM; le 13.10.2016

(72) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Protection incendie*; p.49

(73) Ibidem (72)

Image construction logements en structure bois, Saint-Denis (FR)[74]
architectes: JTB Architecture, 2015

Image chalet, façade bois grisé, Val d'hérens (CH)[75]
architectes: Savioz Fabrizzi Architectes, 2015

(74) Site: AMC-Archi; Réalisations;
*JTB Architecture, 10 logements en structure bois,* 30.03.2015
URL: https://www.amc-archi.com/photos/jtb-architecture-10-logements-en-structure-bois-saint-denis,1537/10-logements-en-structure-bois.1
consulté le 16.12.2016

(75) Site: savioz fabrizzi architectes; année 2015; *chalet, val d'hérens;*
URL: http://www.sf-ar.ch/architectes/chalet-herens-1339.html
consulté le 16.12.2016

Il suffit d'ouvrir un magazine d'architecture contemporaine pour se rendre compte de la place du bois, et l'image qui lui est attribué.
Le bois à l'avantage sur les autres matériaux de pouvoir réguler l'humidité dans une pièce. Cette maitrise hygroscopique lui permet d'absorber l'humidité en excès et de la libère en cas de déficit. Ainsi, il participe activement à rendre le taux d'humidité stable au sein d'un logement.
De plus, il possède une faible conductivité thermique, ce qui explique pourquoi on préfère l'utiliser là où les climats sont froids, comme parquet dans les lieux de vie plutôt qu'un carrelage ou chape en ciment.
Par critères olfactifs, son touché et son apport de chaleur participe à la sensation de bien-être.

Le bois offre également un panel riche de nuances dans son traitement. En effet, suivant les intentions architecturales en vigueur, il peut être vieilli (pré-grisaillé) à l'avance afin de favoriser son intégration avec l'existant, tendant vers un mimétisme. Il peut, à l'inverse, être traité afin de se différencier des autres matériaux en présence.

Les possibilités de l'utilisation du bois comme matériau de construction sont multiples. Il est tout autant possible de construire une structure en béton et de la revêtir d'un bardage en bois, que de construire en bois sans pour autant le faire apparaître en façade. Ces deux constructions seront toutefois bien différentes dans leur idéologie et perception globale.
Les procédés de construction, normes et volontés architecturales poussent parfois à travestir la construction en bois pour lui donner une image plus cohérente en façade avec son milieu bâti. Il peut ainsi s'affranchir de toute allégorie tectonique et permettre une dissociation claire entre la structure porteuse du bâtiment bois et son revêtement extérieur, en garantissant la cohérence avec un contexte disparate mais souvent minéral pour celui de la ville.

Image maison de vacance, intérieur bois massif, Leis (CH)[76]
architectes: Peter Zumthor, 2009

Image maison de vacance, extérieur bois massif, Leis (CH)[77]
architectes: Peter Zumthor, 2009

(76) Site: Architizer; Zumthor Vacation Homes; 2009
URL: http://architizer.com/projects/zumthor-vacation-homes/
consulté le 16.12.2016

(77) Ibidem (76)

Le bois a l'immense avantage de pouvoir être facilement utilisé comme structure, revêtement de façade, revêtement intérieur et menuiseries. Il peut par sa nature établir une relation directe entre l'intérieur et l'extérieur, le chaud et le froid, la proximité et la résistance, distinguant une forte cohésion architecturale. Lorsque la structure est apparente, la déduction des forces en présence est claire. C'est un matériau intrinsèque à la vérité constructive. Il faut cependant faire attention quand à son utilisation car de trop grande portée engendrent une grande épaisseur structurelle pesante dans la spatialité.

(…) Par sa grande diversité des essences disponibles, il crée de riches possibilités de conception d'ambiance intérieures. Un revêtement en bois massif apporte la qualité esthétique d'une matière naturelle sans uniformité, car chaque arbres est unique par sa texture, l'orientation de ses fibres, sa nodosité, sa couleur et sa madrure.[78]

Peter Zumthor:
S'occuper, dans le contexte d'un projet architectural, des lois propres qui régissent les choses concrètes, telles la montagne, la roche, ou l'eau, offre la possibilité d'appréhender un peu l'essence originelle, et pour ainsi dire vierge de toute influence civilisatrice, de ces éléments, de leur donner une expression et de créer une architecture qui part des choses et revient aux choses. Ici, les modèles et es canons de style ne peuvent être que des enclaves.[79]

(78) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: Une richesse esthétique infinie; p.33

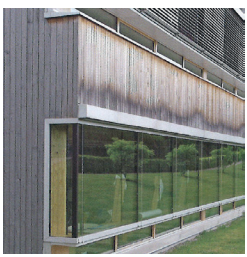
(79) ZUMTHOR Peter; *Penser l'architecture*; Zürich; 2010; Basel: Birkhäuser; chapitre: *Les maisons de Leis;* p.103

## UNE MATIERE VIVANTE

Le bois reste avant tout une matière organique et naturelle malgré son haut degré d'usinage et de production. Ainsi le bois massif peut se vriller, se tordre ou se fendre lors du séchage ou de sa mise en œuvre. Mal ventilé, il pourra subir les attaques de champignons ou de termites. Cependant, les bonnes connaissances de ce matériau et sa mise en œuvre dans les règles de l'art garantissent sa pérennité sur plusieurs dizaines d'années. L'exemple de la disposition du bardage est significatif des différentes réactions adoptées par le bois suivant sa mise en oeuvre.

Bardage vertical[80]
transition propre

Bardage horizontal[80]
traînées dues aux eaux s'avancent sous la zone abritée



Rebondissement pluie[80]
sur caisson de store

Si les constructions en bois restent encore plus chères sur le marché, l'argument (…) tend à perdre de sa force, car ses avantages prennent clairement le pas au travers de ses évolutions techniques, matérielles et architecturales. C'est également ce qui ressort explicitement du marketing des grands investisseurs. Bien que son utilisation ne permette pas de demander des loyers plus élevés, c'est un argument de vente important ; en effet, s'il devait un jour ne plus y avoir que de nouvelles habitation écologiquement responsables, les autres bâtiments auraient considérablement mois de chances sur le marché. Et lorsque le matériau est du bois de provenance suisse, c'est encore mieux.[81]

(80) INGO Gabriel; *Bardages en bois, Guide pratique*; Lausanne; 2012 Presses polytechniques et universitaires romandes; Traitement superficiel; p71

(81) FISCHER Danielle, MANSER Rolf, MEIER Stefan; *Editorial;* Confédération suisse, Office fédéral de l'environnement; *Plan d'action bois;* TRACES Hors-série; *Ville en bois II*; 02.12.2016; p.5

## ISOLATION PHONIQUE

Tout nouvel édifice, bien que construit en bois, doit répondre aux normes des réglementations en matière d'isolation phonique. On distingue alors deux sources de bruits: le bruit aérien et le bruit solidien.
Le bruit aérien est perçu directement par l'ouïe. Le bruit solidien, quant à lui, ébranle la structure du bâtiment et se transforme finalement en bruit aérien. Par exemple les bruits de pas sur une dalle peuvent être perçus comme un véritable roulement de tambour. Pour le bruit aérien, on distingue en outre le bruit intérieur du bruit extérieur. Selon l'affectation des locaux et l'activité qui y est exercée, le bruit est perçu différemment.[82]

Pour les bruits d'impact (solidien), le bois a un comportement nettement meilleur que l'acier ou le béton, grâce à son faible module d'élasticité. Le corollaire est une sensibilité supérieure aux bruits aériens due au faible poids propre du bois.[83]
Ce qui s'avère un avantage indéniable pour la structure devient un désavantage dans le domaine phonique. Contre le bruit aérien, deux mesures sont particulièrement efficaces: la construction lourde en une couche au moyen de parois et de dalles massives ou la construction légère en plusieurs couches. La construction en bois recourt principalement à des parois multi-couches en panneaux légers et relativement mous, qui en terme d'isolation phonique n'ont rien à envier à des parois beaucoup plus massives.[84]
Il existe également la possibilité de réaliser une hybridation entre un plancher en bois et une dalle béton, augmentant la masse de l'ensemble.

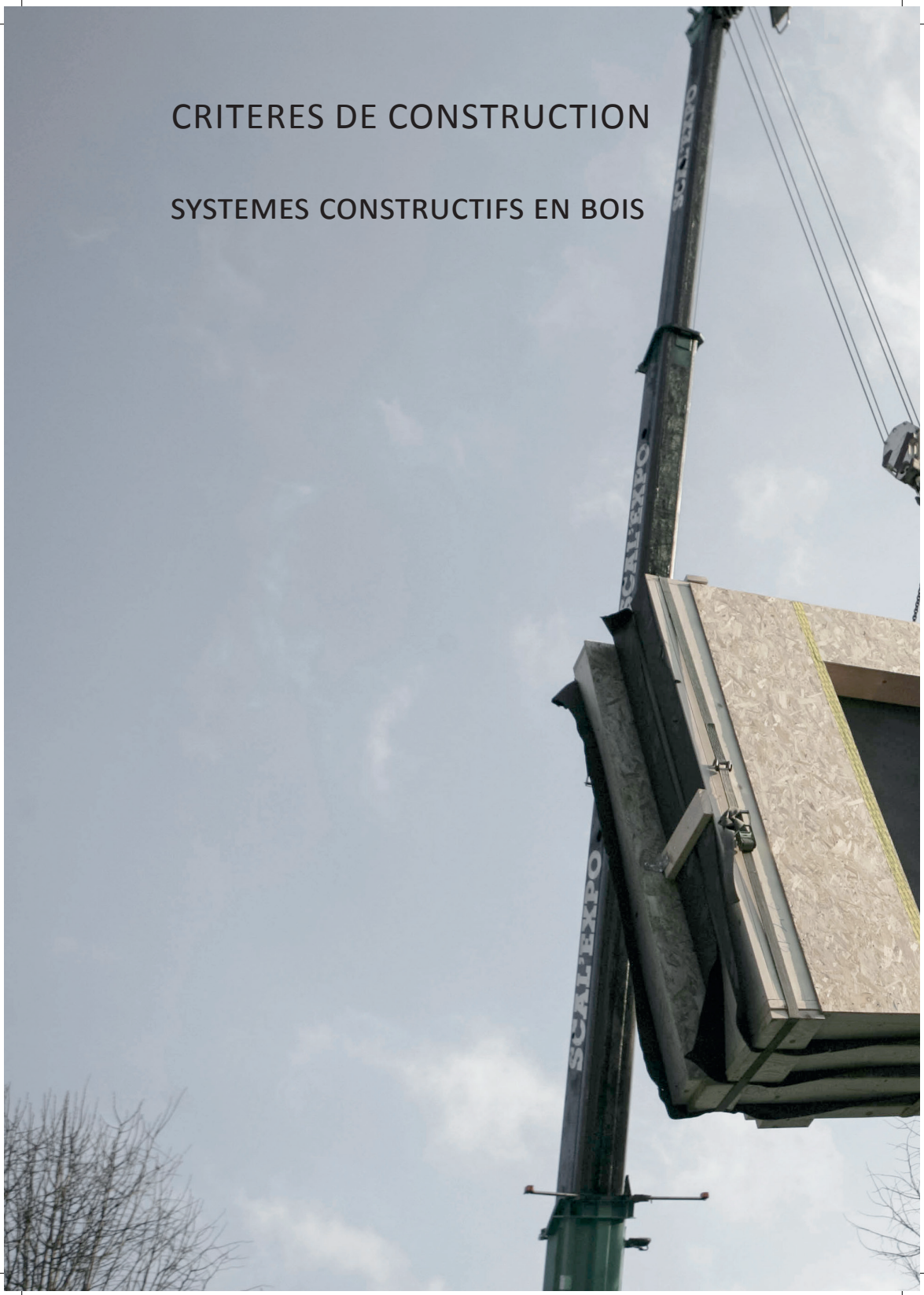
(82) LIGNUM; *Construction en bois, argumentaire;*
Lignum, Economie suisse du bois; décembre 2008; p.14
URL: http://www.lignum.ch/uploads/media/Construction_bois_Argumentaire.pdf;
consulté le 21.10.2016

(83) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie;
*Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011;
Presses polytechniques romandes;
chapitre: *L'isolation phonique*; p.55

(84) Ibidem (82)

# CRITERES DE CONSTRUCTION

## SYSTEMES CONSTRUCTIFS EN BOIS



Les nouvelles possibilités d'usinage du bois ont permis un haut degré de précision et de rapidité d'exécution. Pour les plus compétitives d'entre elles, les scieries actuelles sont entièrement automatisées. De nouveaux outils techniques, tels que la CNC (computer numerical control), découpeuses à eau ou laser viennent compléter l'assortiment des machines à scie. La préfabrication des éléments et leur assemblage en usine sont devenus un marché compétitif. Les avantages sont des produits toujours plus précis et performants, favorisant cependant le fossé entre la production industrielle pouvant se permettre de tel investissements et les PME (petites et moyennes entreprises) contraintes de sous-traiter à ces dernières la pré-exécution de leur produits.

L'assemblage en usine, permettant un contrôle et une sécurité du produit devient un argument incontournable dans l'appréhension des méthodes de réalisation, changeant l'approche traditionnelle de la construction en bois. En effet, (...) les systèmes traditionnels d'empilages de rondins ou de colombage et pans de bois, réalisés sous la houlette d'un maître charpentier disposant d'un savoir-faire artisanal, tout comme le ballon-frame et le platform-frame pratiqués outre-Atlantique ou dans les pays anglo-saxons, ont perdu depuis longtemps de leur importance et ne sont plus réalisés que dans des régions isolées.[85]

Ce chapitre tend à analyser les solutions de systèmes constructifs connectés aux méthodes de production actuelles. Pour ses raisons, nous traiterons ici uniquement des systèmes contemporains de construction en bois étant donné les critères auxquelles doivent répondre toute construction en milieu bâti dense; à savoir la rapidité d'exécution et l'économie de moyens.

Ainsi, trois principaux systèmes sont identifiés :

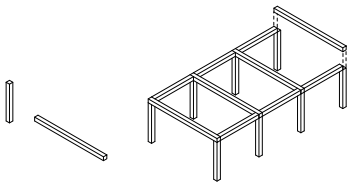
-système poteaux-poutres

-système à ossature bois

-système de construction massive en panneaux de bois

(85) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Les différents systèmes*; p.38

Le système poteaux-poutres, s'adapte particulièrement bien pour les grands espaces de bureaux ou loft. Il libère de grandes portées pouvant laisser place à de grandes ouvertures en façade. Il permet l'aménagement de baies vitrées et ainsi de profiter au maximum des gains solaires passifs tout en permettant un agencement libre au gré de son utilisateur. Ce système est préféré pour les grands ouvrages et/ou pour les constructions nécessitant une grande adaptabilité spatiale telle que les hangars ou les bureaux. D'ailleurs, (...) il reprend de l'importance, tout particulièrement dans le domaine des bâtiments à plusieurs étages ou de grandes dimensions.[86]



Ecole cantonale, Wil (CH)[87]
architectes: Staufer et Hasler, 2004

(86) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *b7 Poteux-poutres*; p.86

(87) Ibidem (86) p.37

Les murs ne sont pas porteurs et sont indépendants de la structure, ce qui offre une grande flexibilité dans l'agencement intérieur. Pour pouvoir couvrir de grandes portées, le bois lamellé collé ainsi que des assemblages en acier entre les pièces s'imposent souvent pour la construction.

En plus de son excellent rendement, la liberté architecturale et la clarté de la structure sont particulièrement convaincantes dans les ouvrages en poteaux-poutres. Ce mode de construction permet de franchir des portées importantes, avec moins de poteaux intermédiaires que les autres systèmes, et une grande liberté de volume. Toujours plus de maîtres d'ouvrages et de promoteurs veulent des organisations de bâtiment individuelles et généreuses aux plans flexibles et variables. (…) le poteau-poutre se prête aussi bien aux bâtiments d'administration qu'a des complexes industriels ou d'activité, à des écoles ou des logements ou à tout programme privé ou public.[88]

S'il faut cloisonner ou partitionner durablement de grandes zones, les parois ossatures seront en revanche favorisées par rapport au système du poteau-poutre, car elles sont plus économiques tout en remplissant la fonction de partition et de maintien de l'isolation.

Le contreventement du système est assuré soit par des diagonales en acier, par des panneaux de bois, ou des parties massives construites comme la cage d'escalier ou murs mitoyens. Pour le dimensionnement des porteurs de bois, le flambement est souvent l'élément prépondérant. Le système s'adapte particulièrement bien sur un édifice existant de structure poteaux poutres car il agit au transfert de charge ponctuel, repris par les poteaux au droit des charges.

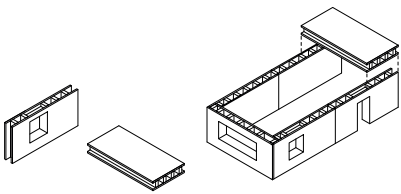
En théorie, l'organisation d'une structure porteuse sur une trame aux dimensions importantes nécessite d'avantage de bois ; par contre, le coût d'ensemble pour la charpente sur une trame de grande dimension diminue. En effet, dans la construction en bois, le coût global de la structure porteuse est surtout influencé par le nombre de nœuds, ceux-ci étant les éléments les plus coûteux de la fabrication.[89]

Pour des raisons architecturales, des combinaisons de matériaux bois-acier est souvent envisagé afin de diminuer l'épaisseur des montants et sommiers, en permettant à certains éléments porteurs d'être soumis aux intempéries.

(88) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *b7 Poteux-poutres*; p.87

(89) Ibidem (88); p.90

L'ossature est le système le plus couramment utilisé dans la construction bois puisqu'il représente 75% du marché.[90] Les systèmes à ossature et de panneaux sont bien adaptés pour la transmission de charges linéaires. Cela répartit les charges de manière homogène (souvent sur la façade) et ne surcharge pas la structure de manière ponctuelle. Les panneaux préfabriqués répartissent les charges, ce qui est un atout pour la surélévation, si celle-ci ne peut admettre de grande charge ponctuelle. Par ailleurs, les éléments linéaires ont d'autres fonctions comme assurer le contreventement de l'édifice et permet de créer «automatiquement» une séparation spatiale de la surface d'étage.



Intérieur maison privée, Hikarimachi prov. Hiroshima (JP)[91]
architectes: Rhythmdesign, 2006

(90) MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie; *Surélévations en bois densifier, assainir, isoler;* Lausanne; 2011; Presses polytechniques romandes; chapitre: *Les systèmes constructifs*; p.42

(91) Blog: Architecure lab; House In Hikarimachi II / Rhythmdesign; 16.07.2011 URL: http://architecturelab.net/house-in-hikarimachi-ii-rhythmdesign/#jp-carousel-85757 consulté le 02.12.2016

Le principe constructif des montants d'ossature, assemblés entre des lisses basse et haute et formant un cadre rigidifié par des panneaux de contreventement, se prêt particulièrement bien à la préfabrication, tout en étant facilement maîtrisable par des entreprises artisanales. La standardisation des sections des éléments en bois, des trames, des assemblages et des détails d'exécution aboutit à des solutions constructives simples et efficaces. A cela s'ajoute que dans les cas usuels, ce mode de construction s'avère le moins onéreux.[92] Le système est adaptable à tous types de programme et peut être conjugué avec le système poteaux-poutres pour ouvrir de larges baies. La façade se compose d'une structure verticale rapprochée dans laquelle l'isolation prend place. Autant les murs intérieurs qu'extérieurs sont revêtus de dérivés de bois (panneaux OSB agglomérés ou MDF)

L'ossature est efficace en surélévation ou la situation urbaine limite les possibilités de stockage, de manutention et de levage. Dans ces cas, la préfabrication en atelier, intégrant l'isolant et les menuiseries extérieures, facilite un montage soigné et rapide, ainsi que la réalisation de l'étanchéité à l'air et la continuité d'un éventuel frein-vapeur.[93]

Le montage se fait facilement et rapidement, réduisant ainsi le temps de chantier. Leur poids réduit se prête aux engins de levages ordinaires. La flexibilité du système et son coût faible de production en ont fait le système le plus répandu dans la construction contemporaine. De plus, avec un élément standardisé, la répétition des détails et la simplicité de construction font gagner du temps dans sa mise en œuvre. Avec une trame de 60 cm entre montants, il est simple d'y insérer l'isolation par « bourrage » sans perte de chutes et le contreventement ce fait par les revêtements.

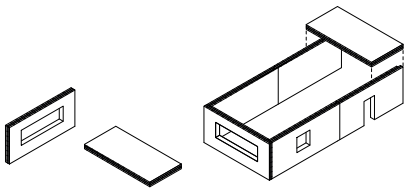
Avec l'utilisation de panneaux dérivés du bois et de plâtre armé de fibres avec une largeur courante de 1250mm on conçoit et construit plutôt sur une trame de 625mm d'entraxes.[94] Les éléments porteurs de la façade sont souvent réalisés en montants de 120/60 mm pour des raisons économiques. La nécessité actuelle d'avoir des isolants allant de 200 à 240mm d'épaisseur, pousse les architectes à prévoir une isolation extérieure supplémentaire de 80mm ou plus, rendant ainsi le bâtie isolé de manière homogène. Le panneau de contreventement est préféré en côté intérieur, pour des raisons de physique du bâtiment. Il agit alors comme barrière vapeur situé du côté chaud de l'isolation.

(92) Ibidem (90); p.42

(93) Ibidem (90); p.43

(94) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;*
Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes;
chapitre: *b7 Ossature bois*; p.78

Les panneaux en bois massifs (CLT, Cross Laminated Timber) sont constitués de planches collées à plis croisés, composés d'au minimum 3 couches.
Ce mode de construction offre l'avantage de réduire le nombre de couches constructives. Il apporte une bonne isolation phonique aux bruits aériens. La stabilité dimensionnelle du panneau concourt à l'efficacité de l'étanchéité à l'air. (…) De plus, suivant la qualité d'aspect, il est possible de conserver le panneau apparent pour la finition des espaces intérieurs.[95]



Intérieur maison privée, Ladysmith, Quebec (CAN)[96]
architectes: Kariouk Associates, 2014

(95) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;*
Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes;
chapitre: *b7 Construction massive en bois*; p.113

(96) Site: Homedezen; Architecture;
*Cross-Laminated-Timber Cottage by Kariouk Associates*; 25.04.2015
URL: http://www.homedezen.com/wp-content/uploads/2015/04/Cross-Laminated-Timber-Cottage-by-Kariouk-Associates-04.jpg
consulté le 07.12.2016

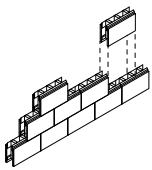
Le principal avantage des panneaux massifs est qu'il peuvent agir comme voile et s'abstenir d'éléments portants ponctuels. Ils peuvent ainsi garantir de larges portées d'une façade à l'autre sans reprise de charge intermédiaire et s'affranchir de la trame structurelle existante du bâtiment à surélever. Le système permet aussi de grands éléments préfabriqués et autoportants pouvant être utilisés pour les toitures à pans, les porte-à-faux ou les dalles.
Le nombre de couches pour un tel système est réduit, il n'y a pas d'élément de remplissage et tous les murs sont à même d'assurer la descente de charges. Son atout, tout comme les éléments d'ossature, est de pouvoir être préfabriqué en grande dimension et garantir la rapidité de mise hors d'eau et hors d'air du chantier. Le contreventement est assuré par l'assemblage perpendiculaire des pans de structure. Les panneaux porteurs font entre 80 et 120mm d'épaisseur en moyenne. Le montage des différents éléments lors du chantier s'exécute rapidement grâce à un engin de levage (de manière analogue à la construction d'un puzzle). La construction en massif à de plus l'avantage de pouvoir réguler l'humidité de l'air dans l'espace réalisé.[97]

(97) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;*
Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes;
chapitre: *b7 Construction massive en bois*; p.113 - 117

Afin de compléter l'explication des trois grands systèmes constructifs en bois, il est important d'exposer le principe de la préfabrication.
Selon leur degré d'assemblage, il existe quatre grands types de méthodes de préfabrication d'une réalisation en bois. Ainsi, ces systèmes se différencient par leur pré-assemblage (en usine) en éléments de différentes tailles ou volumes :

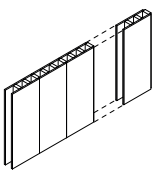
- Modules de petit format à trame régulière (briques)
- Eléments 2D à trame régulière (modules de murs)
- Eléments 2D en long panneaux (pan de murs)
- Modules 3D

## MODULES DE PETIT FORMAT À TRAME RÉGULIÈRE (BRIQUES)[98]



Pensés et fabriqués comme modules maniables et transportables par une personne, ils s'assemblent à la manière de plots imbriqués (briques de bois). Etant donné son faible niveau de préfabrication et le temps nécessaire à la pose de ces éléments, il n'est pas utilisé sur les grands chantiers mais plutôt pour des petits travaux de remplissage ou de maisons individuelles. En effet, la réduction du temps de chantier et des nuisances étant primordiales, on sollicitera un degré de préfabrication supplémentaire en usine pour limiter le temps de pose.

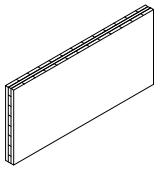
## ELÉMENTS 2D À TRAME RÉGULIÈRE (MODULES DE MURS)[98]



Ces éléments sont conçus sur une trame régulière et généralement de la hauteur d'un étage. Ils s'assemblent sur le chantier les uns aux autres pour former de grandes parois composées de plusieurs éléments. Ce système se combine bien avec des structures à ossature bois ou pour le remplissage du système poteaux-poutres.

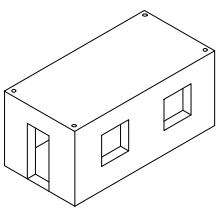
(98) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *b2 Procédés de fabrication*; p.44

## ELÉMENTS 2D EN LONG PANNEAUX (PANS DE MURS)[99]



Les éléments panneaux sont conçus à l'échelle des volumes à créer, comme par exemple un panneau d'un tenant de 12m de long pour l'entier de la façade d'une construction. Ils correspondent généralement à la hauteur d'un étage mais peuvent être plus hauts. L'élément à assembler se fera par grue et un minimum de main d'œuvre est nécessaire pour la pose de l'élément. Ce type de préfabrication convient particulièrement aux systèmes de panneaux massifs (CLT) ou bien d'ossature.

## MODULES 3D[99]

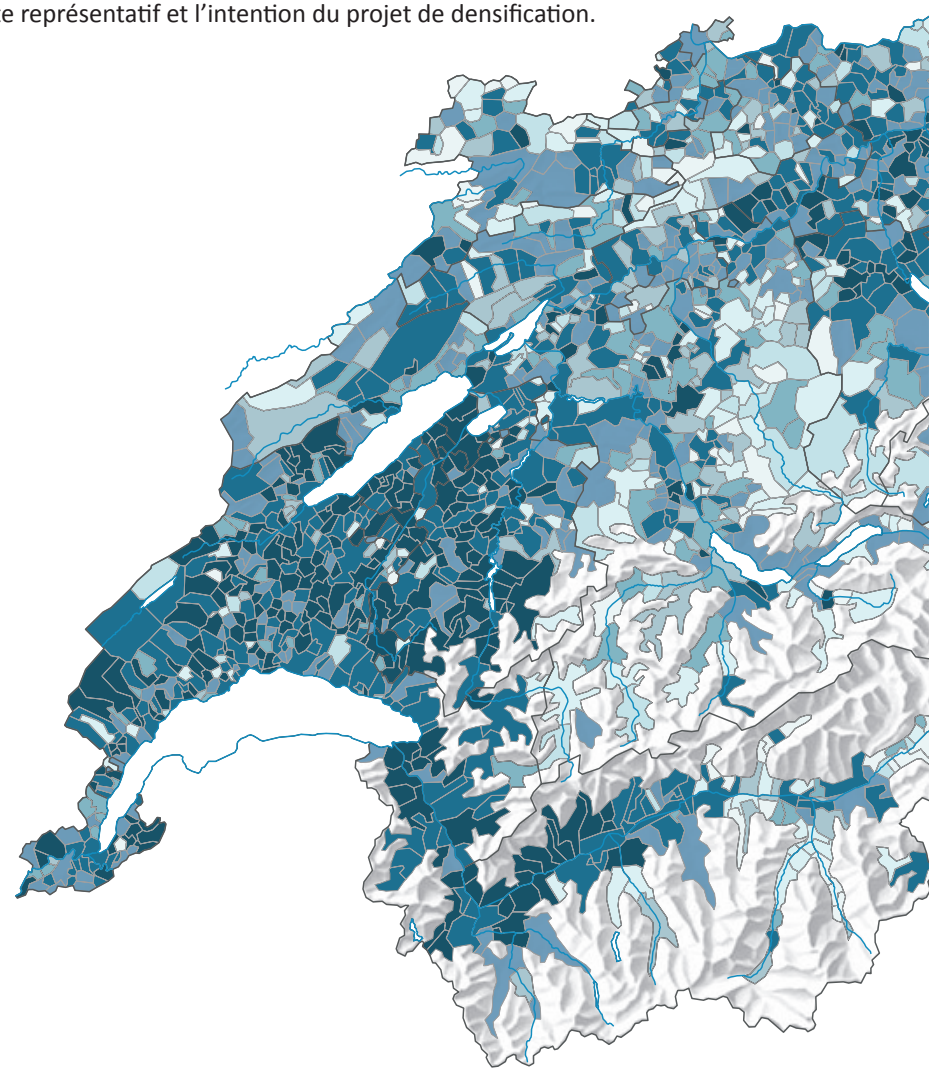


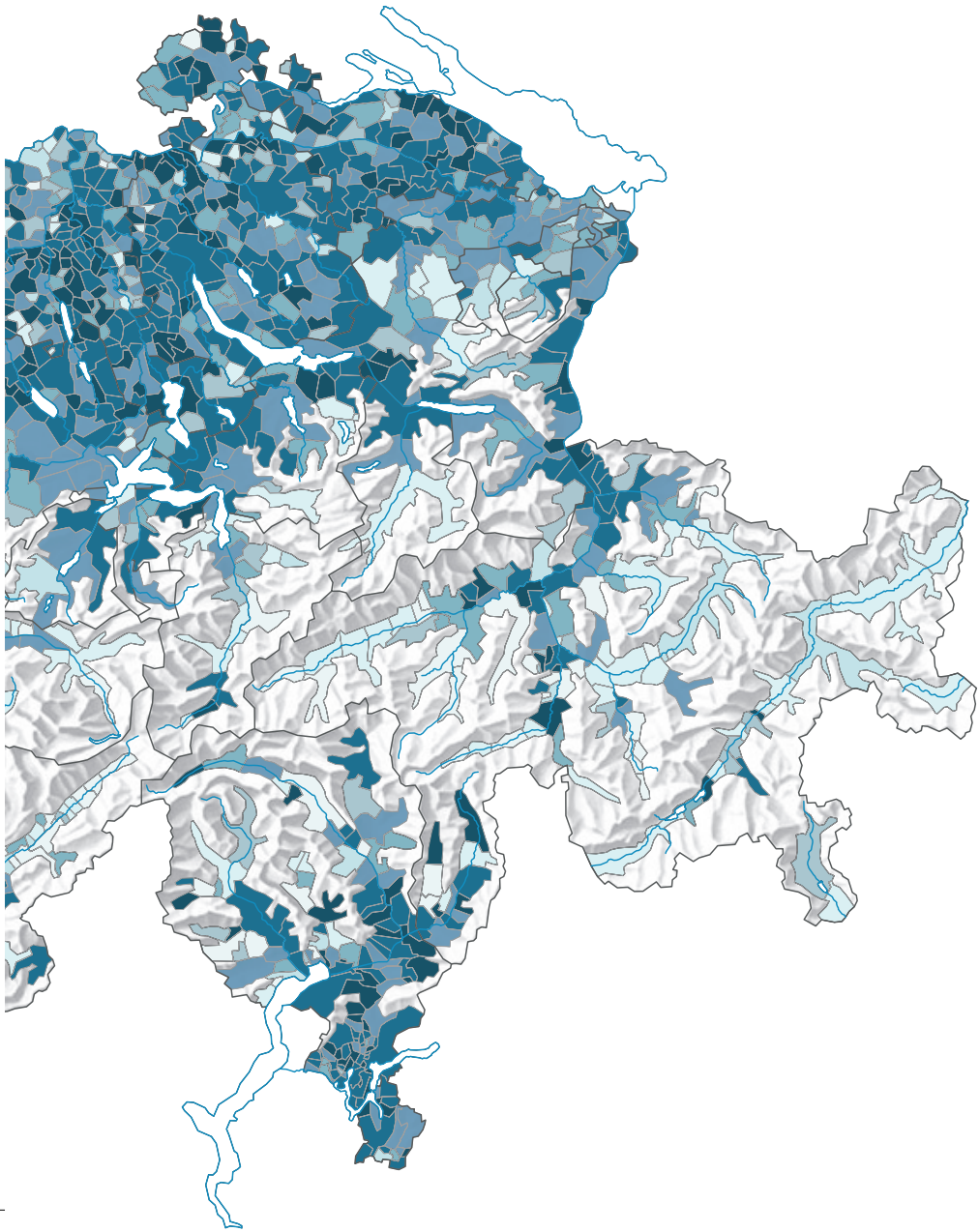
Les modules tridimensionnels sont des « boites » comportant paroi et plafond, pré-assemblées en usine et prêtes à être posées. Elles peuvent ainsi avoir un haut degré de préfabrication, allant jusqu'à un produit finit prêt à l'utilisation. Plus encombrant à stocker et à manipuler, il gagne cependant un avantage majeur en rapidité de pose. Il sera ainsi favorisé pour les projets modulaires et nécessitants des durées de chantier réduites. Ce type de préfabrication convient aux systèmes d'ossatures ou de panneaux massifs (CLT).
Pour les éléments 2D en long panneaux ou les modules 3D, il faut toutefois s'assurer que les conditions de transport et de levages sur le chantier soient adaptées et que sur route, il soit possible d'acheminer les éléments jusqu'au site de construction. Dans les situations de grande envergure, le transport d'éléments de plus de 14m de long nécessitera un convoi spécial.

(99) KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;* Lausanne; 2014; Presses polytechniques romandes; chapitre: *b2 Procédés de fabrication*; p.45

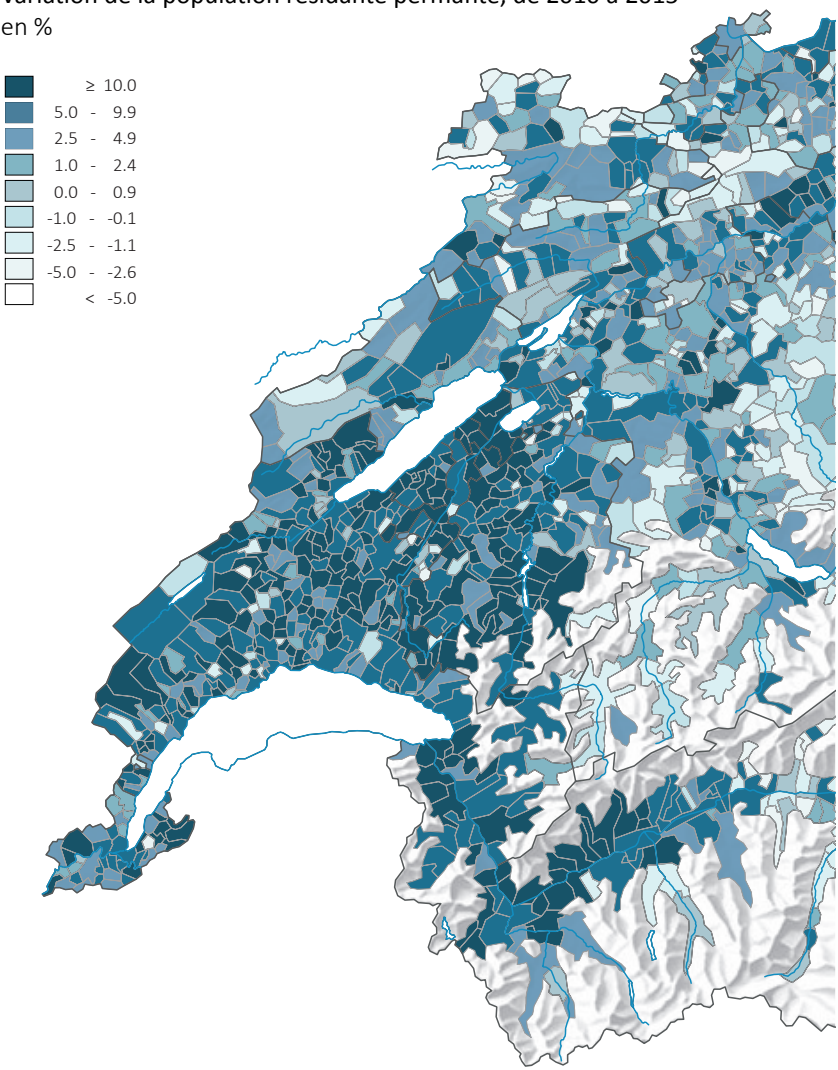
# CHOIX DU SITE

Les chapitres précédents nous montrent les moyens à disposition dans la réalisation d'une densification par surélévation. Ils représentent un outil indispensable dans la stratégie constructive et les moyens disponibles. Ceux-ci sont en constante évolution et prêts à être mis en pratique dans la construction en hauteur, en particulier le logement. Cependant, lorsque l'on se penche sur les possibilité de son application, on se rend compte de la difficulté générale à pouvoir planifier une intervention de densification en milieu urbain.
Les chapitres suivants illustrent cette problématique, définissant le choix d'un site représentatif et l'intention du projet de densification.





Variation de la population résidante permante, de 2010 à 2015[100]
en %




(100) Office fédéral des statistiques; Atlas statistique de la Suisse;
*Variation de la population résidante permante, de 2010 à 2015*;
URL: https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/fr/11844_78_71_70/19621.html
consulté le 20.12.2016

La fin de l'année 2013 annonce un tournant décisif dans le décompte de la population en Suisse romande, puisqu'elle dépasse alors le cap des 2 millions d'habitants.

La Suisse romande englobe désormais pratiquement le quart de la population totale de la Suisse (24,7%), un chiffre en nette hausse. Et pour cause: en 2013, ce quart de pays a absorbé plus du tiers de la croissance démographique de l'ensemble: la Suisse romande abrite 35% des 100'571 habitants que la Suisse a gagné en 2013. De plus, cette croissance est avant tout due à un dynamisme économique hors-normes: en 2012, la Suisse romande a accueilli 37,6% de la croissance totale des emplois en Suisse. Le canton de Vaud à lui seul a gagné plus d'emplois cette année-là que le canton de Zurich, presque deux fois plus peuplé.[101]

Les cantons de Genève et Vaud sont les territoires les plus concernés par la problématique de densification. Comme présenté au début de cet écrit, la ville de Genève connaît déjà une certaine tradition de la surélévation, non seulement par son histoire, mais également par un fort soutient politique et une relativement bonne acceptation de la population.

Mais qu'en est-il pour Vaud et sa capitale?

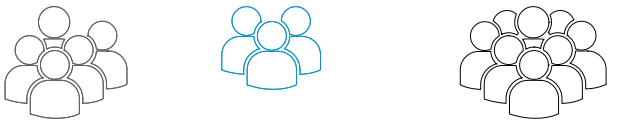
La forte croissance démographique est une dure réalité qui se traduit par une augmentation des demandes de logements. La notion de densification urbaine prend alors tout son sens. Par définition, le concept est en réaction à l'étalement urbain, à la construction de banlieues de villas, très gourmandes en surface et en énergie, et qui postule donc que la croissance démographique doit autant que faire se peut se concentrer sur les périmètres déjà construits, par densification de ces derniers, plutôt que par l'ouverture à la construction de surfaces vierges nouvelles.

Les villes devraient ainsi voir leur croissance augmenter plus fortement que leur périphérie. Ainsi, pour le canton de Vaud, la politique de densification devrait se traduire par une part de logements construits, et de population accueillie, plus importante dans les centres qu'ailleurs.[102]

(101) DESSEMONTET, Pierre; *Nous sommes deux millions;* Blog de L'HEBDO: *La Suisse à 10 millions d'habitants; 13.04.2015;* consulté le 26.11.2016

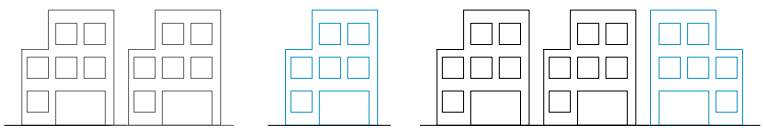
(102) DESSEMONTET, Pierre; *De l'impossibilité de densifier en ville;* Blog de L'HEBDO: *La Suisse à 10 millions d'habitants; 18.06.2014;* consulté le 26.11.2016

## Population du canton



2000: 616’000 hab. + 151’000 hab. nécessite +67’000 log. 2015: 767’000 hab.

## Parc de logements du canton



2000: 325’000 log. + 67’000 log. 2015: 392’000 log.

(103) Statistique Vaud;
Tableau: *Composantes de l’évolution de la population résidante permanente par origine, Vaud, 1985-2015*;
numéro: T01.03.03-A2017;
URL: http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DocID=5670&DomId=2331
consulté le 26.11.2016

(104) Office fédéral de la statistique; Population-Effectif et Evolution;
*L’essentiel en bref, Principaux chiffres d’effectif, d’évolution de la population et des ménages privés, en milliers*
*URL: https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/population/effectif-evolution.html*
consulté le 26.11.2016

(105) Office fédéral de la statistique; Construction et logement;
*L’essentiel en bref, Les principaux chiffres du domaine de la construction et du logement*
*URL: https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/construction-logement.html*
consulté le 26.11.2016

(106) Statistique Vaud;
Tableau: *Logements, par district, Vaud, 2000-2014*;
numéro: T09.02.08_A2017;
URL: http://www.scris.vd.ch/Default.aspx?DocID=1215&DomId=1966
consulté le 26.11.2016

(107) Ibidem (106)

Le développement chiffré suivant a pour but d'établir un lien entre l'afflux de nouveaux habitants (demande de logements) et le lieu où ils s'installent (offre de logements) dans le canton de Vaud et la ville de Lausanne.
Nous prenons des comparatifs de l'ordre de 15 ans environ, ordre de grandeur défini par les services d'urbanisme lors des planification des plans directeurs et d'affectation.

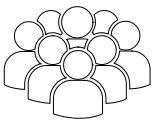
La population du canton de Vaud est passée de 615'978 habitants fin 2000 à 767'497 habitants fin 2015.[103]
Ce qui fait une augmentation de 151'519 habitants.

Si l'on considère que la taille moyenne d'un ménage privé fin 2015 est de 2.25[104]personnes par ménage, on peut alors en déduire une demande de 67'342 logements pour satisfaire cette augmentation démographique.

En surface, cela correspond à une demande de 6'750'000 m2 de logement.
(surface moyenne logement = 99 m2 / lgmt)[105]

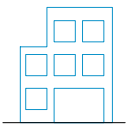
Le parc immobilier de logements dans le canton de Vaud est passé de 325'473 en 2000 à 387'957 en 2014.[106]
En calculant une augmentation moyenne du parc de 1.2% par année depuis 2010[107], on peut estimer le parc immobilier (logements) du canton de Vaud à 392'612 en 2015.
Ainsi, on constate la réalisation de 67'139 logements en 15 ans.
L'offre correspond à la demande (99.7%) au niveau cantonal.

Population ville de Lausanne



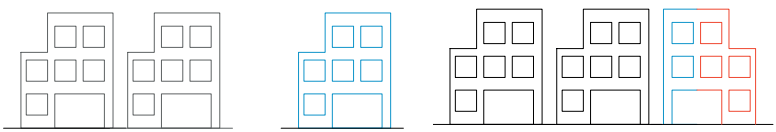
2015: 141'000 hab.
(18.4% population cantonale)

Augmentation du parc de logement si proportionnel au canton



+ 14'000 log.
(= 18.4% 67'000 log.)

Augmentation réelle du parc de logements



2000: 70'000 log.

+ 6'000 log.
manque 8'000 log.

2015: 76'000 log.

(108) Lausanne.ch;
Lausanne officielle: *Evolution mensuelle du nombre d'habitants en 2015*;
Tableau: *Mouvement de la population durant l'année 2015*;
URL: http://www.lausanne.ch/lausanne-officielle/administration/securite-et-economie/controle-des-habitants/statistiques/evolution-mensuelle-nombre-habitants-en-2015.html
consulté le 26.11.2016

(109) Statistique Vaud;
Ville de Lausanne: *Portrait en chiffres 2015*; 18.06.2015
URL: http://www.scris.vd.ch/Data_Dir/ElementsDir/5658/36/F/Portrait_de_Lausanne_2015.pdf
consulté le 26.11.2016

(110) Lausanne.ch;
Statistique Vaud: *Unités de logements selon la date de construction et la rénovation des immeubles, quartiers statistiques lausannois, RFP 2000;*
Tableau: *QT 09.05.01*
URL: http://www.lausanne.ch/fr/sous-sites/search.html?q1=q09-01
consulté le 26.11.2016

(111) Lausanne.ch;
Statistique Vaud: *Quartiers de la Ville de Lausanne - Parc de logements selon le nombre de pièces, 2015;*
Tableau: *QT 09.01.01*
URL: http://www.lausanne.ch/fr/sous-sites/search.html?q1=q09-01
consulté le 26.11.2016

Nous avons établi le bilan positif de demande et d'offre pour le canton de Vaud.
Mais quand est-il par rapport à la plus grande agglomération, Lausanne?
La population de la ville de Lausanne fin 2015 est de 141'325 habitants.[108]
Elle représente ainsi 18.4% de la population du canton la même année.

Elle devrait, si l'on considère une augmentation de logements proportionnel au reste du canton, compter 12'391 logements supplémentaires entre 2000 et 2015 afin de répondre à la demande.
De plus, la taille moyenne du ménage en ville est de 1.96 personnes par ménage.[109]
La ville devrait alors contenir 14'224 logements supplémentaires.
En surface, cela correspond à 1'420'000 m2 de logement.

Hors, le parc de logements de la ville est passé de 69'993 en 2000[110] à 75'819 en 2015.[111]
Ainsi, on constate la réalisation de 5'826 logements (41% de la demande), soit 8'398 logements manquants (59 %).

Ces chiffres nous montrent non seulement que la ville de Lausanne ne répond pas à une forte demande mais que le processus de densification du plus grand centre du canton de Vaud n'a tout simplement pas lieu (contrairement au directives de la LAT). En effet, Lausanne comptait 30% de la population du canton en 1960, aujourd'hui, environ la moitié. Sur les 150'000 nouveaux habitants du canton, gagnés en 15 ans, 135'000 se sont établis ailleurs qu'à Lausanne.
L'horizon 2030 prévoit une augmentation similaire de 150'000 habitants pour le canton de Vaud.
Lausanne dit craindre d'en faire trop, mais par rapport à l'objectif de densification, le problème est qu'elle n'en fait pas du tout assez. Par peur du rejet de la densification, on ne densifie tout simplement pas. (...) dans le Canton de Vaud: année après année, tout montre que la déconcentration se poursuit.[112]

(112) DESSEMONTET, Pierre; *De l'impossibilité de densifier en ville;* Blog de L'HEBDO: *La Suisse à 10 millions d'habitants; 18.06.2014;* consulté le 26.11.2016

Nous avons constater dans l'analyse de la LAT un net engagement politique à promouvoir la densification du bâti. La même conclusion peut se rapporter au plan directeur cantonal vaudois .
Lausanne est cependant en pleine pénurie de logements et représentative d'un manque de densification. Les deux exemples de projets suivants illustrent cette problématique et donnent les raisons, ou du moins des pistes, sur la situation conflictuelle que vit la ville.

FLORISSANT

L'abandon du projet du quartier de Florissant en mars 2015 est un exemple récent de refus de densification. Celui-ci s'est non seulement manifestée par les riverains, mais également par le conseil communal divisé sur la question.

Le projet consistait à réaliser deux nouveaux bâtiments de logement, un EMS-APEMS, la surélévation de l'école ainsi que le développement d'une Migros.

La raison principal des contestataires était la densité du quartier. En effet, le GIF (Groupe d'intérêt de Florissant), était convaincu que leur quartier était déjà suffisamment peuplé et que ce qui était proposé allait remettre en cause leur qualité de vie.[113]
Il souligne que Florissant était le résultat d'un concept architectural bien pensé, où aucune des huit barres de logement existantes ne fait d'ombre aux autres, et où l'on a construit en hauteur pour laisser des espaces verts. De leur point de vue, rajouter ne serait-ce que deux immeubles d'habitation conduirait immanquablement à rompre l'équilibre qui s'est instauré.[114]

On constate ici la difficulté à densifier par ajout de bâtiments dans des quartiers déjà relativement denses. La surélévation de l'école se voit également refusée, faisant partie intégrante de l'ensemble du projet. Ainsi, la notion d' «équilibre» du quartier est une donnée importante dans la planification d'un projet.

(113) DUCRET, Jérôme; *Un nouveau projet pour Florissant, encore en vain;* 24 heures, publié le 04.02.2015; http://www.24heures.ch/vaud-regions/nouveau-projet-florissant-encore-vain/story/15094590 consulté le 12.11.2016

(114) Ibidem (113)

BERGIERES

L'exemple du projet de surélévation des Bergières est également un cas type de refus. En effet, le projet était sensé surélever 13 immeubles de un à deux étages supplémentaires, créant 114 nouveaux logements afin d'accueillir près de 300 habitants. L'intervention de densification demandait une révision du plan de quartier, qui a été mis à l'enquête en 2012.

Un soulèvement des habitants contre le projet regroupa plus de 650 opposants. La peur d'une hausse des loyers ainsi que la perte de la « vue » étaient les raisons principales.

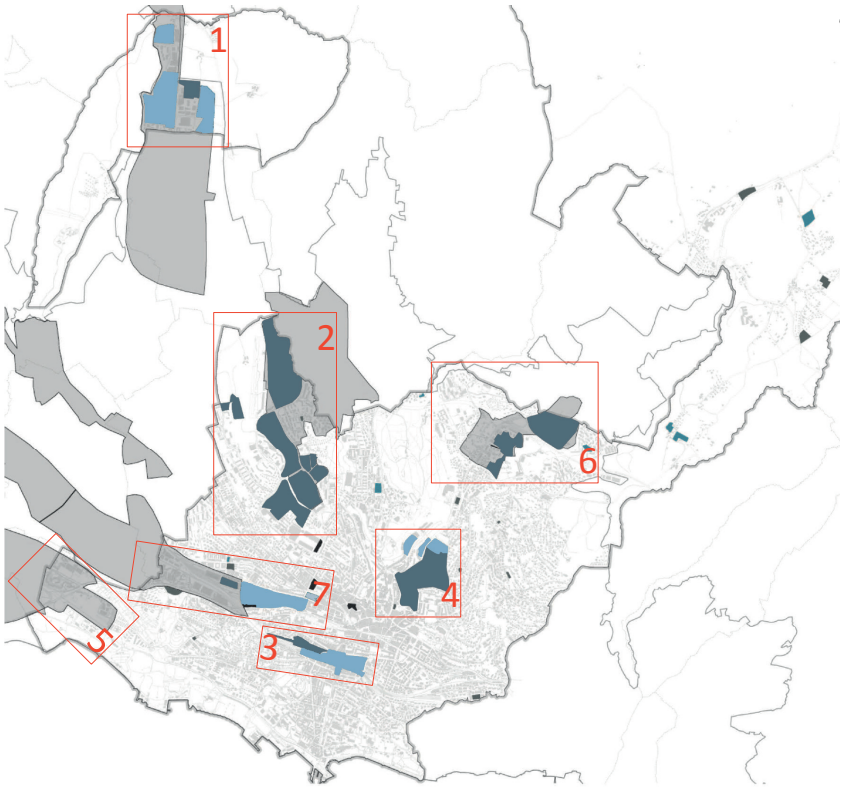
Devant un tel volume d'opposition, La Ville décide alors d'abandonner le projet en janvier 2015. Selon le Promoteur, Swiss Life: (…) les opposants se trompaient en craignant de voir grimper les loyers en cas de surélévation des immeubles. (…) de tels travaux ne peuvent constituer une plus-value pour les locataires existants. A la différence des rénovations, qui, elles, devront de toute manière être entreprises sur ces immeubles.[115]

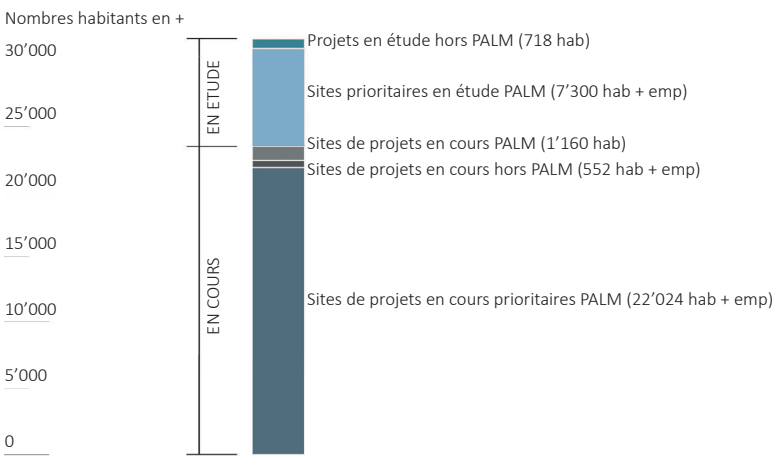
La municipalité assume ici une décision politique. Après notre entretient avec le service d'urbanisme de la Ville de Lausanne, celui-ci reconnaît une grande occasion ratée et un manque d'approche envers les habitants. En effet, l'affection du site par ces riverains n'avait pas été prise en compte et la communication concernant les loyers et le projet des aménagements extérieurs n'était pas claire. De plus, la présentation du projet, parlant quasi-essentiellement de nouveaux logements pour familles ne tenait pas compte de la population actuelle du lieu, relativement âgée, et peu enclin à la modification de leur quartier.

Il en ressort que dans l'analyse d'un site, l'attachement des personnes à leur habitat ainsi que la nature de celles-ci ne doivent pas être sous-estimés. Le rôle de l'architecte est de proposer une solution adéquate. Cependant, toute projection doit non seulement identifier le potentiel urbanistique et architectural d'un quartier, mais également prendre en compte l'impact émotif qui en résulte. Enfin, la communication du projet doit être faite de manière claire ou du moins réfléchie et stratégique en fonction des habitants du quartier.

(115) BECHERRAZ, Georges-Marie; *Lausanne a eu chaud face à un promoteur outré;* 24 heures, publié le 11.01.2016;
URL: http://www.declick.ch/application/files/3614/6356/1595/Urbanisme_Lausanne_a_eu_chaud_face_a_un_promoteur_outre_-_Vaud__Regions_-_24heures.ch.pdf
consulté le 12.11.2016

## Sites en étude et en cours de projet[116]



Les deux refus des projets précédemment cités ont progressivement poussé les urbanistes à densifier la ville non pas par surélévation du bâti mais plutôt vers le développement des friches industrielles sous-exploitées.
Ainsi, selon le plan directeur communal lausannois et le PALM (projet d'agglomération Lausanne-Morges), parmi les nombreux lieux pouvant être développés, 7 principaux sites à potentiel sont mis en exergue.

LES SITES EN PROJET:

1) Vernand
2) Plaines-du-Loup - Tuillière
3) Pôle - Gare
4) CHUV
5) Sud-Ouest (Maladière - Sablon - Prés-de-Vidy - Bourdonette)

LES SITES À ENJEUX:

6) Nord - Est (Montolieu - Fourmi - Boveresses - Praz-Séchaud - Vennes)
7) Sébeillon - Sévelin

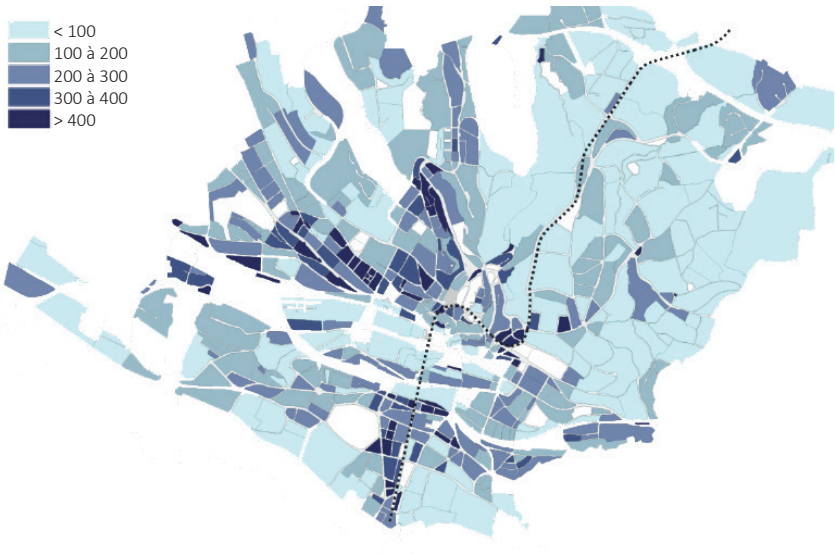
Le potentiel d'accueil des sites en projets, d'ores et déjà en études avancées (plus de 30'000 habitants-emplois), s'avère suffisant pour accueillir la croissance minimale à laquelle s'est engagée Lausanne à l'horizon 2030 dans le cadre du PALM. A ce potentiel s'ajoutent notamment les réserves des secteurs stratégiques identifiés par le PALM, mais pour lesquels des projets concrets n'ont pas encore été lancés (de l'ordre de 10'000 habitants-emplois supplémentaires). Le potentiel « diffus », hors secteurs stratégiques est de l'ordre de 10-15'000 habitants-emplois.[117]

Cette croissance minimale de 30'000 habitants-emplois d'ici 2030 correspond à nos calculs précédant, uniquement si on considère une répartition proportionnelle de l'augmentation de population dans le canton. De plus, elle représente l'accroissement depuis 2015 et non le manque de logements accumulé depuis 2000.

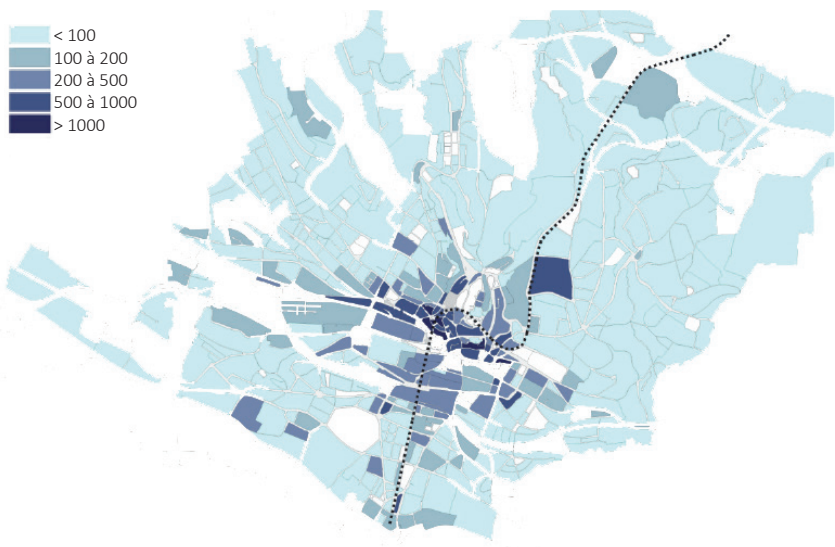
(116) Ville de Lausanne; Plan directeur communal;
Cahier 1, Partie 1: *orientations stratégiques;* novembre 2014*;* p.43

(117) Ibidem (116), p.47

Densité de la population (2011)[118]
habitants par hectare

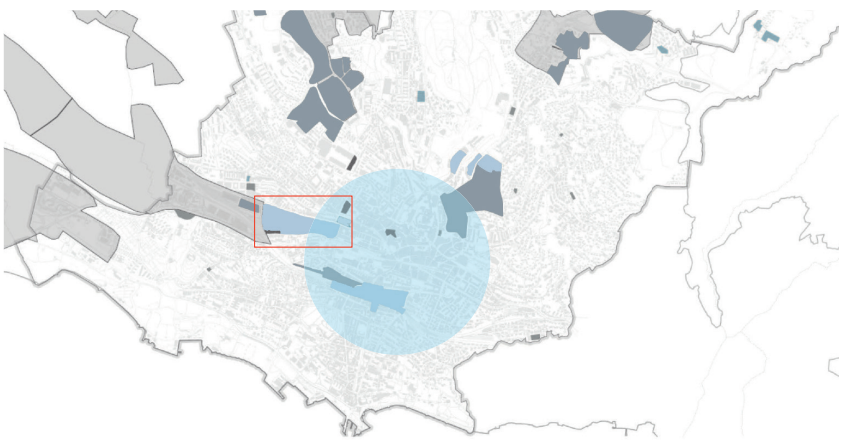



Densité de l'emploi (2008)[119]
emplois par hectare



En comparant les cartes des densité de population et de densité d'emplois, on constate alors la forte concentration d'habitants travaillant dans le centre face à l'étalement des logements en périphérie communale. Bien que les habitations se concentrent le long des lignes de transport public (tout comme les secteurs à potentiel proposés par la ville), un principe fondamental de densification est la concentration en milieu bâti compact: «habiter là où l'on travaille».
Les sites sélectionnés, pour la plupart des friches en périphérie du centre, ne correspondent-ils pas à une forme d'étalement urbain? Celui-ci étant le principal effet contre lequel la densification veut lutter.
Tout dépend bien sûr de ce que l'on identifie comme «centre-ville».
La Ville de Lausanne considère qu'il est préférable de densifier sur des terrains libres plutôt qu'au milieu d'ensembles bâtis. Ainsi, c'est la limite communale qui est perçue comme centre-ville. On construit dans l'urgence «là où il y a de la place» et surtout «là où potentiellement il y aura le moins d'oppositions».
Notre interprétation du centre-ville est définie par le centre actuel «économique» (représenté en bleu sur la carte ci-dessous), le «Lausanne centre».
Il est selon nous crucial d'envisager une densification en commençant par le secteur centrale et d'identifier les quartiers à potentiels s'y trouvant. C'est pour ces raisons (faible densité d'habitation et situation de centralité urbaine) que le site de Sévelin nous paraît approprié dans la recherche du meilleur lieu d'investissement.

SITE DE SEVELIN

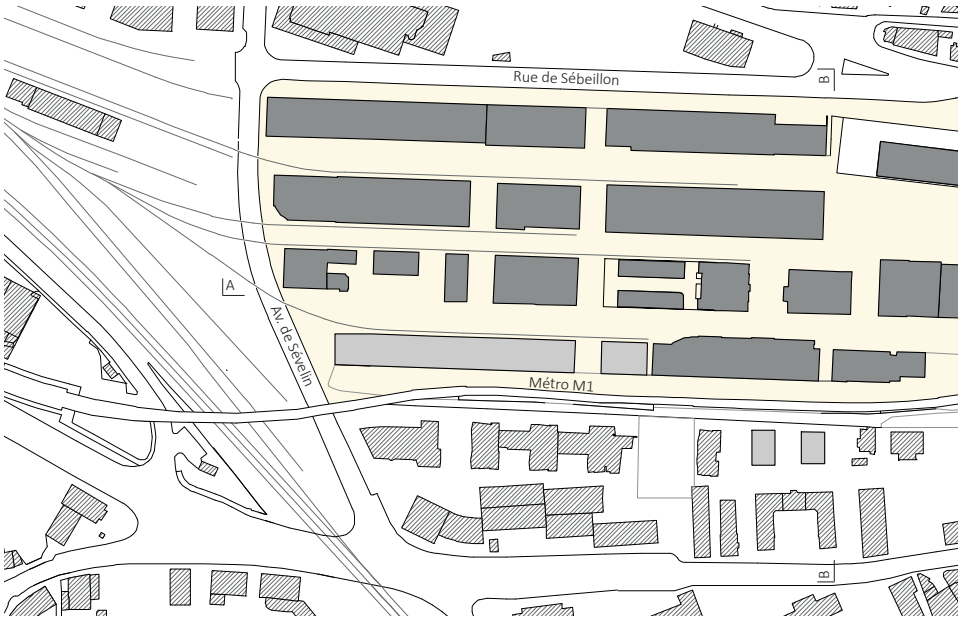


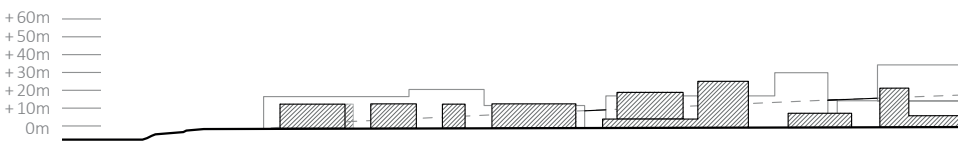
(118) Ville de Lausanne; Plan directeur communal;
Cahier 1, Partie 1: *orientations stratégiques;* novembre 2014*;* p.21

(119) Ibidem (118) p.24

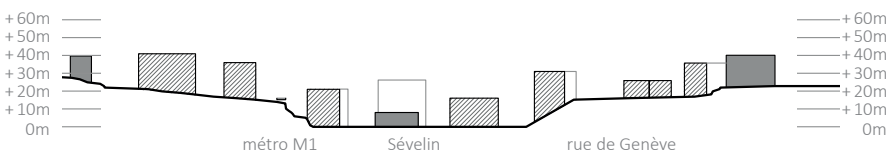
# SEVELIN

Le quartier de Sévelin est aujourd'hui un pôle industriel, économique et culturel fort en centre-ville de Lausanne. Le site bénéficie d'une position stratégique reliée au cœur économique de la ville.
Plusieurs institutions et écoles y sont implantées, dont l'EPSIC (école pour les métiers de l'industrie et l'artisanat), l'ERACOM (école romande d'art et de communication), l'ETML (école des métiers), le gymnase du Bugnon, l'HES Kalaidos et l'institut Polycours pour un total de 6'000 étudiants qui fréquentent régulièrement le site. De plus, différents services de la ville tel que la caserne de pompier, le centre technique et les services industriels sont présents sur la partie Est du quartier. Le secteur Ouest est quand à lui plutôt dédié à l'industrie. Au total, 2'000 emplois sont pourvus sur le site, ce qui fait de Sévelin un pôle économique important.

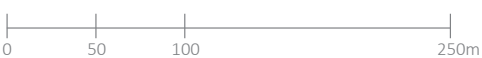


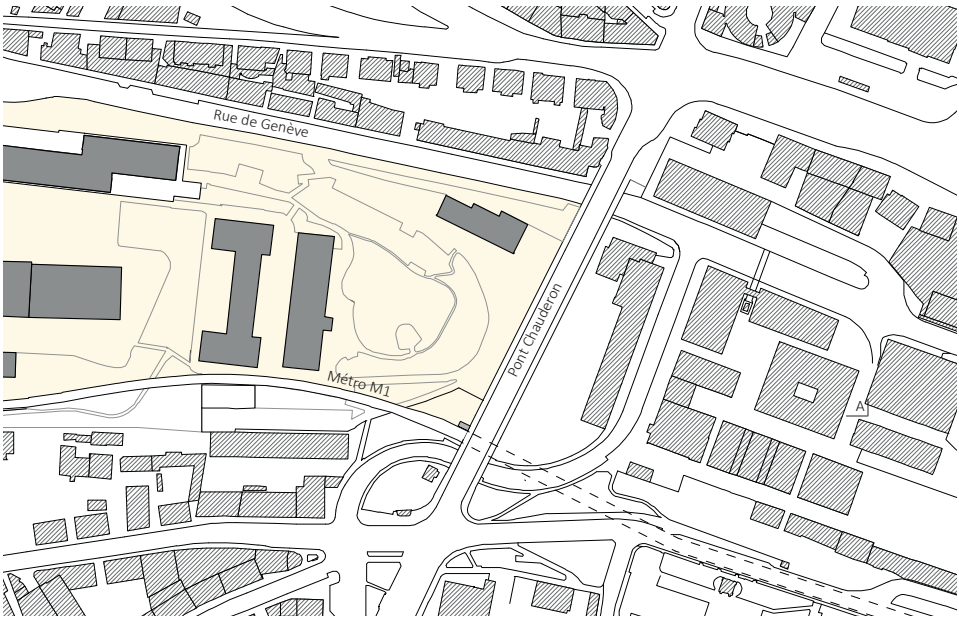



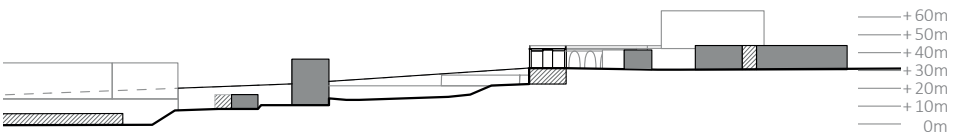

coupe longitudinale AA




coupe transversale BB






plateau haut pont Chauderon quartier du Flon

Sévelin se présente comme un grand bassin délimité par les routes avoisinantes. A l'Ouest se situe l'Avenue de Sévelin, à même niveau que le site, séparant le quartier des voies de chemin de fer. A l'Est, le pont Chauderon marque la rupture avec le quartier du Flon situé 32 mètres au-dessus du plateau bas de Sévelin. Au Nord et au Sud, le quartier est encadré par la rue de Sébeillon et Genève d'un côté et par la ligne de métro M1 de l'autre. Ces deux axes de transport majeurs montent progressivement depuis l'Ouest pour rejoindre l'altitude du quartier du Flon.

Cette morphologie donne la perception d'un site encaissé sous forme de «baignoire tronquée en diagonale». Ce caractère topographique est un réel désavantage quand à l'accessibilité du site. En effet celui-ci éprouve des accès peut définis, traduisant des problèmes de perméabilité avec le reste de la ville sur les parties à haut dénivelés.

PARTIE 1 (plateau bas +/- 0.00m)

Parking à ciel ouvert et Théatre de Sévelin

La déchetterie

Bâtiment de logement,
avenue de Sévelin 32

Perspective
avenue de Sévelin 32

Le quartier de Sévelin, se distingue en deux plateaux d'altitudes différentes; un plateau haut côté Est, et un plateau bas côté Ouest. Le plateau haut est de 13 mètres supérieur au plateau bas.
De par le degré d'encaissement avec les routes avoisinantes, ce plateau bas peut se diviser en deux autres parties selon les gabarits des constructions sur le site. Ainsi, l'entier du site peut se partager en 3 parties.

PARTIE 1

La première partie au niveau le plus bas, est définie par une rue bordée dans un premier temps d'anciens entrepôts-granges ainsi que la déchetterie. Le chantier en cours, à l'angle Sud-Ouest, est un futur bâtiment de logements subventionnés et de chambres d'étudiant, prévu pour début 2018. La rue se définie par des immeubles de tailles différentes, allant de 5 à 26m de hauteur, dont le programme est essentiellement du bureau, une toute petite partie de logements et de l'industrie légère. Vient ensuite un secteur plus culturel et de loisirs, avec la salle «Les Docks», Le théâtre de Sévelin et pour finir le Skatepark.

PARTIE 2

La deuxième partie se situe sur le même plateau. Elle est bordée du côté Sud par des bâtiments de hauteur moyenne (jusqu'à 16m) et d'une grande halle couverte, annonçant le caractère industriel du site. Du côté Nord, de grandes barres industrielles relativement hautes (21 à 35m) sont prédominantes et marquent l'encaissement du site par leur relation en double niveau entre le plateau de Sévelin et les rues de Sébeillon - Genève situées plus haut. Le bâtiment le plus représentatif de cette situation est celui qui termine la rue, l'EPSIC (école pour les métiers de l'industrie et l'artisanat). L'immeuble donne sur un parking à ciel ouvert.

PARTIE 3

La troisième partie est sur un terre-plein (plateau haut +13m).
Cette zone semble bien réglée par les proportions entre le bâti (bâtiment ERACOM) et le parc qu'il domine. Les seuls bâtiments classés (Fondation Arsenic et ERACOM) se situent dans cette zone. Le Pont Chauderon et les locaux communaux construits en-dessous, ainsi qu'une différence de 19 mètres avec le plateau du Flon, marquent la césure avec le reste du centre-ville.

PARTIE 2 (plateau bas +/- 0.00m)

Bâtiment EPSIC

Hangard industriel

Avenue de Sévelin 48

Perspective depuis le belvédère de l'EPSIC

PARTIE 3 (plateau haut + 13.00m)

Bâtiment ERACOM

Parc de l'ERACOM

Pont Chauderon et
locaux du service industriel

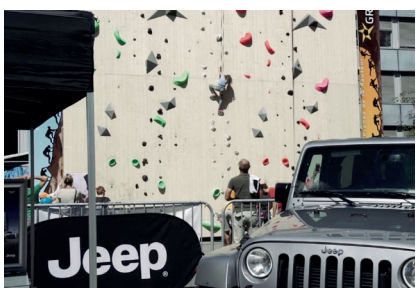
Parc de l'ERACOM

Les Dock, café-gallerie[120]

Concert au Docks[121]

Théatre de Sévelin[122]

Skatepark «la fièvre»[123]
lors du Sévelin urban Festival




Mur de grimpe temporaire,[124]
durant l'été

La Guinguette de Sévelin,[125]
piste de danse en plein air

(120) Site: Montreux Riviera; Salle de concert des Docks, Lausanne; 10.01.2017
Montreux-Vevey Tourisme;
URL: http://montreuxriviera.com/fr/Z249?poi=6706
consulté le 10.01.2017

Sévelin est un site de mixité programmatique, partagé entre industrie - économie et éducation - culture. Malgré sa situation «en retrait», caché par une barrière industrielle peut avenante, le caractère culturel de Sévelin en fait un quartier d'attraction de centre ville à fort potentiel. En effet, la fondation Arsenic est un haut lieu de la création théâtrale et chorégraphie contemporaine. Elle propose et abrite un théâtre, spectacles de danses, performances et concerts de musiques.
En face, se trouve la « Casona Latina », centre culturel des Amériques qui offre un lieu de rencontre (petite restauration et concerts), cours de langues (espagnole et portugais), cours de danse (tango et salsa), expositions et projections de films. C'est un lieu fortement apprécié, fréquenté en majorité par des riverains habitués. En contrebas, le site arbore plusieurs salles de spectacles dont celle des Docks qui est une salle de concert allant jusqu'à 1000 places pour les artistes et musiciens actuels. Aussi bien des artistes internationaux que locaux s'y produisent régulièrement dans tous les types de registres musicaux. C'est aussi une galerie d'expositions et café pendant ses heures d'ouvertures.
Sévelin est un lieu de melting pot, ou de nombreuses associations ont élu domicile. C'est un lieu de rencontres, de divertissements et de commerces avec plusieurs bars, cafés, restaurants et magasins. Le théâtre de Sévelin, le Skatepark « la fièvre », différentes écoles de danses, de théâtre, de Taï chi, de Karaté et un centre d'intégration professionnelle, en font son panaché et sa diversité culturelle.

(121) Site: Docks lausanne; Galerie; Gaël Faye; 15.10.2013
URL: http://www.docks.ch/galerie/gael-faye/
consulté le 07.01.2017

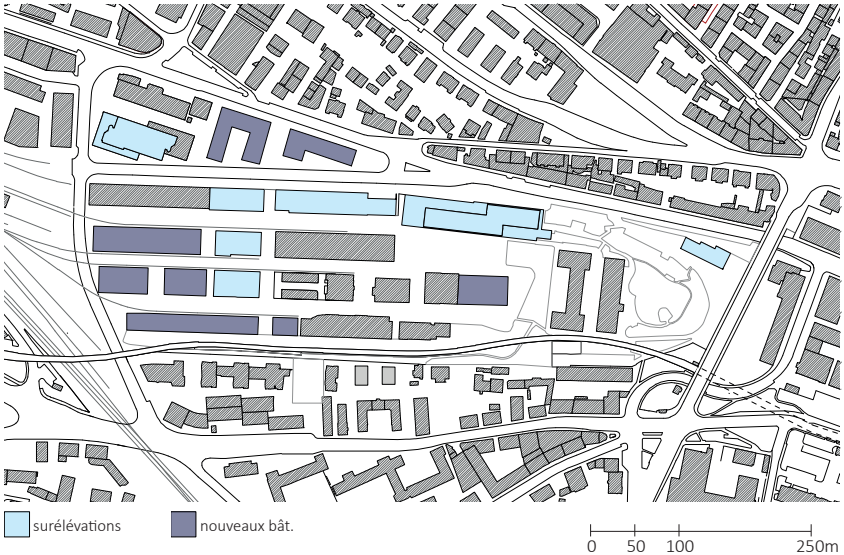
(122) Site: Cie Nuna, YoungSoon Cho Jaquet; Productions: Les animaux, 09.03.2014
Théâtre de l'Arsenic
URL: http://www.cienuna.com/wp-content/uploads/2013/07/004_youngsoon_cho_animaux_Nicolas_Lieber.jpg/
consulté le 07.01.2017

(123) Site: Sévelin Urban Festival; Images tirées de la vidéo promotionnelle; 04:07;
*Sévelin Urban Festval 2016*; 21.08.2016;
URL: http://www.sevelinurbanfestival.ch/
consulté le 07.01.2017

(124) Ibidem (122)

(125) Site: Allevents.in; Lausanne; *Soirée Salsa en plein air la Guinguette par Salsa y Mas*;
22.07.2016
URL: http://allevents.in/lausanne/soirée-salsa-en-plein-air-à-la-guinguette-par-salsa-y-màs/545289862325349
consulté le 07.01.2017

SITE VU PAR LA VILLE




POTENTIEL GLOBAL DU QUARTIER ET SA PERIPHERIE

La ville de Lausanne voit Sévelin comme un lieu stratégique, pouvant se densifier afin d'accueillir de nouveaux emplois et logements. Environ 1'800 nouveaux habitants et emplois sont prévus pour le site. La ville envisage 8 nouveaux bâtiments, plusieurs projets de surélévations ainsi que de nouveaux commerces et activités sur le site, la requalification des espaces par une continuité végétale, et de nouvelles zones piétonnes et places.[126]
Les perspectives urbanistiques poussent le quartier à faire «nouvelle peau» par une densification progressive mais cependant intrusive, modifiant grandement l'identité du site. Densifier le quartier de Sévelin en y implantant de grands bâtiments de logements en plein centre est-il judicieux?
En prenant l'exemple de son voisin, le quartier du Flon, nous constatons que celui-ci s'est affirmé au travers des années comme pôle économique et de divertissements et que la ville semble bien l'apprécier comme tel. Pourtant le quartier n'abrite pour ainsi dire aucun logement mais participe grandement aux loisirs et lieux de rencontre des lausannois. Tout comme Sévelin, le Flon était une ancienne zone industrielle, qui fut valorisée et promue comme tel pour le commerce. Aujourd'hui encore, l'identité du quartier fait sens. La pérennité des anciens entrepôts de stockage qui ont été convertis en ateliers, discothèques, magasins et cafés en tout genres en est la preuve.

Ainsi, comparer uniquement le quartier de Sévelin à sa capacité à accueillir du logement, sans peser sa valeur identitaire de haut lieu de culture semble être une erreur. Ne vaut-il pas mieux affirmer les forces de chacun et les valoriser?
Avec le projet du site Pôle - gare, la ville profite de l'espace laissé par les anciens entrepôts des halles CFF pour construire non pas du tissu urbain similaire à l'ensemble mais bien le nouveau pôle muséal de la capitale.
Peut-on concevoir Sévelin comme haut de lieu de culture, de commerces et de logements plutôt que tissu semblable au reste de la cité, un Pôle - Sévelin?
Il est, selon nous, plus judicieux de promouvoir et d'affirmer les qualités actuelles du site et de palier au déficit de logement par la surélévation d'immeubles résidentiels en périphérie plutôt qu'au centre du site. Une étude des accès au site, en liens avec son augmentation démographique s'avère alors nécessaire ainsi que sa revalorisation. De plus, le projet de Tram, qui passera le long de la rue de Genève, reliant le Flon et Renens Gare, nécessitera des aménagements adéquats pour la fluidité piétonne ainsi augmentée.
La vision du potentiel global du quartier, réalisée selon les indications du Recensement architectural du canton de Vaud, différencie les objets d'intérêt qu'il faudrait conserver en l'état et les objets sans intérêts, qui sont justement les bâtiments dont le potentiel de surélévation est à définir.

# POSTFACE

A travers cet énoncé, nous avons mis en évidence la volonté et la nécessité de densifier les centres urbains helvétiques. La manière qui se révèle la plus judicieuse est la surélévation-extension par constructions légères, en bois.
L'acte de surélever demande de prendre conscience des enjeux urbains, économiques, politiques et sociaux qui régissent les sites à potentiels. La population locale étant d'ors et déjà peu enclin à toute forme de densification, il est du devoir de l'architecte de proposer des solutions conciliantes et novatrices. La surélévation est selon les méthodes et les réglementations actuelles une réponse à court terme pour la ville, à moins qu'elle ne soit faite de manière plus conséquente. Une intensification par la surélévation permet l'augmentation non seulement de nombre de logements, mais également de la qualité de vie du site et de ses aménagements. Ainsi, les investisseurs et propriétaires n'auraient plus à avoir peur de se lancer dans l'aventure de la surélévation et par conséquent pallier au manque de logements, dans une vision plus durable.

En valorisant la construction au centre-ville de Lausanne, le département urbanistique et les autorités ont bien compris le grand potentiel que possède le site de Sévelin, actuellement sous exploité. La situation stratégique du site et les enjeux de développement de la ville en font un des projets clés pour l'avenir de la capitale vaudoise. Cependant, l'approche (déjà en partie en chantier) est discutable. Dans une friche aussi grande que Sévelin, et voulant pallier en urgence aux demandes croissantes du logement, il vient assez rapidement à l'esprit de vouloir densifier et surélever ce quartier par de grands bâtiments.
Toutefois, ce lieu est marqué par une forte identité industrielle et culturelle. Vouloir ainsi optimiser une friche industrielle sous-exploitée au niveau du logement (actuellement 40 personnes pour 13 hectares) avec un éco-quartier résidentiel n'est probablement pas la meilleure option.
Dans le concours des Cropettes, les architectes vainqueurs proposèrent l'unique projet de surélévation pour l'école. Pourtant hors concours par l'emplacement du projet, ceux-ci remirent en question le cahier des charges et surent proposer une solution avec un potentiel encore non envisagé par les auteurs du concours.
N'est-il pas temps de faire la même réflexion pour l'avenir de Sévelin?

Si la LAT (loi sur l'aménagement et le territoire) donne le point de départ de notre énoncé, elle en est également le moteur de fin.
Les buts et principes premiers de la Confédération, des cantons et des communes sont:

Art. 1a d'orienter le développement de l'urbanisation vers l'intérieur du milieu bâti, en maintenant une qualité de l'habitat appropriée

Art. 1b de créer un milieu bâti compact

Art. 3a de prendre les mesures propres à assurer une meilleure utilisation dans les zones à bâtir des friches, des surfaces sous-utilisées ou des possibilités de densification des surfaces de l'habitat

Le défi est d'appliquer ces directives à l'échelle du Pôle - Sévelin. Ainsi, est-il possible de densifier les zones déjà bâties en périphérie et égaler voir dépasser le cahier des charges de la ville pour ce lieu, sans pour autant en changer son identité et le valoriser?

(126) Lausanne.ch;
Lausanne officielle: Sévelin demain; 2015
URL: http://www.lausanne.ch/lausanne-officielle/administration/culture-et-developpement-urbain/service-urbanisme/projets-en-cours/projets-d-elaboration-de-plans-d-affection/sevelin.html
consulté le 26.11.2016

# BIBLIOGRAPHIE

## Livres


- MOOSER Markus, FORESTIER Marc, PITTET-BASCHUNG Mélanie;
  Surélévations en bois densifier, assainir, isoler; Lausanne; 2011;
  Presses polytechniques romandes

- MOOSER Markus, MERIGEAUX Lucie, PFLUG Denis, HORSCH Bettina;
  *Bois et réhabilitation de l'enveloppe, rénover, isoler, optimiser;* Lausanne; 2014;
  Presses polytechniques romandes

- KOLB Josef; *Bois, systèmes constructifs;*
  Lausanne; 2014;
  Presses polytechniques romandes

- ZUMTHOR Peter; *Penser l'architecture*; Zürich; 2010;
  Basel: Birkhäuser;
  chapitre: *Les maisons de Leis;* p.103

- INGO Gabriel; *Bardages en bois, Guide pratique*; Lausanne; 2012
  Presses polytechniques et universitaires romandes;
  Traitement superficiel; p71


## Sites Internet et Blogs


- Site: Pavatex; Produits; Mur;
  URL: http://www.pavatex.ch/fr/produits/mur-isolant/pavatherm/
  consulté le 11.10.2016

- Site: CORABOIS, Charpente bois massif, Liste des prix
  URL: http://www.corabois.ch/liste_prix/1_charpente/1_charpente.php;
  consulté le 10.11.2016

- Site: SUGB, ASMP; VALBETON, Liste de prix 2016
  URL: http://www.valbeton.ch/fichiers/20160224051908.pdf;
  consulté le 10.11.2016

- Site: LIVIOS; contruire pour l'avenir; Info construction;
  *Possible? Puis-je mettre du bois traité dans mon poêle?*
  URL: http://www.livios.be/fr/info-construction/finitions/poeles-et-foyers/possible-puis-je-mettre-du-bois-traite-dans-mon-poele/
  consulté le 29.10.2016


## Textes de loi


- Confédération Suisse; Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT)
  700; du 22 juin 1979 (Etat le 1er janvier 2014).

## Publications diverses


- AVENIR SUISSE; Elever la ville, contributions et débats sur la densification urbaine en Suisse romande; novembre 2008;
  http://www.avenir-suisse.ch/wp-content/uploads/2008/11/studie.pdf;
  consulté le 20.10.2016

- BONNET Pierre, GAMPERT Sébastien; *Expertise relative au potentiel de densification en ville de Genève; Evaluation des raisons de la sous-exploitation des surfaces constructibles à l'intérieur des gabarits actuels;*
  Ville de Genève, Service d'urbanisme; 26.11.2007

- DE SOLA MORALES, Ignasi*; From contrast to analogy*;
  Developments in the concept of architectural intervention;
  Lotus international, volume numéro 46, p. 47; 1985

- VILLE DE GENEVE; Parc des Cropettes équipement scolaire et public;
  *Construction d'une salle d'éducation physique et de locaux pour la pratique de la musique*;
  Concours de projets d'architecture à un degré en procédure ouverte;
  avril 2010;

- WESTHOFF, Carole; *La surélévation: définition d'une problématique*;
  Enoncé théorique de projet de Master; EPFL, Lausanne;
  janvier 2016

- European Commission;
  Environment *Waste, Construction and Demolition Waste (CDW);* 17.06.2016
  URL: http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm
  consulté le 10.10.2016

- VAN DER LUGT P., VAN DEN DOBBELSTEEN A.A.J.F;
  *Construction and Building Materials;* Volume 20; Issue 9; novembre 2006;
  chapitre: *An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures*; p.648-656
  URL: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061805001157
  consulté le 10.12.2016

- ECOCONSO; *L'énergie grise des matériaux de construction;*
  Fiche conseil n°155; décembre 2013
  URL: http://www.ecoconso.be/sites/default/files/articles/fc155_energie_grise_materiaux.pdf;
  consulté le 04.11.2016

- LIGNUM; *Construction en bois, argumentaire;*
  Lignum, Economie suisse du bois; décembre 2008; p.14
  URL: http://www.lignum.ch/uploads/media/Construction_bois_Argumentaire.pdf;
  consulté le 21.10.2016

- Ville de Lausanne; Plan directeur communal;
  Cahier 1, Partie 1: *orientations stratégiques;* novembre 2014*;* p.43

## Articles RTS, journaux, blogs de presse


- Tribune de Genève; Le boom de la construction de tours reste modeste; publié le 27.10.2016; http://www.tdg.ch/economie/boom-construction-tours-reste-modeste/story/28443124; consulté le 18.12.2016

- RTS INFO; SUISSE; *Les abris PC ne devraient plus être obligatoires;* 09.03.2011 URL: https://www.rts.ch/info/suisse/3005564-les-abris-pc-ne-devraient-plus-etre-obligatoires.html consulté le 10.12.2016

- MARIANI Daniele; SWISSINFO; A chacun son bunker; 23.10.2009 URL: http://www.swissinfo.ch/fre/a-chacun-son-bunker/7485678 consulté le 10.12.2016

- DESSEMONTET, Pierre; *Nous sommes deux millions;* Blog de L'HEBDO: *La Suisse à 10 millions d'habitants; 13.04.2015;* consulté le 26.11.2016

- DESSEMONTET, Pierre; *De l'impossibilité de densifier en ville;* Blog de L'HEBDO: *La Suisse à 10 millions d'habitants; 18.06.2014;* consulté le 26.11.2016

- DUCRET, Jérôme; *Un nouveau projet pour Florissant, encore en vain;* 24 heures, publié le 04.02.2015; http://www.24heures.ch/vaud-regions/nouveau-projet-florissant-encore-vain/story/15094590 consulté le 12.11.2016

- BECHERRAZ, Georges-Marie; *Lausanne a eu chaud face à un promoteur outré;* 24 heures, publié le 11.01.2016; URL: http://www.declick.ch/application/files/3614/6356/1595/Urbanisme_Lausanne_a_eu_chaud_face_a_un_promoteur_outre_-_Vaud__Regions_-_24heures.ch.pdf consulté le 12.11.2016


## Documentaires


- Documentaire ARTE; Habiter Le Monde; *La vallée des bambous;* 25:50; 17.10.2016 URL: http://future.arte.tv/fr/la-vallee-des-bambous?language=fr consulté le 21.10.2016


## Entretiens et Conférences


- Conférence DALE; Séance d'information; *Nouvelle méthode d'analyse des demandes de surélévation*; Genève, le 10.11.2016

- Entretient avec VOLET Pierre, Atelier Volet Charpentier / Bâtisseur SA; le 13.10.2016

- Entretient avec PFLUG Denis; technicien; CEDOTEC, Office romand de LIGNUM; le 13.10.2016

## Rapports statistiques et environnement


- Office fédérale de la statistique; Evolution de la population résidante permanente selon les 3 scénarios de base; numéro: gr-f-01.03.01-001; publication: 22.06.2015

- Office fédéral des statistiques; Atlas statistique de la Suisse; Densité de la population, en 2015; URL: https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/fr/11844_78_71_70/19621.html consulté le 20.12.2016

- Confédération suisse; Office fédéral de l'environnement OFEV; *Annuaire La forêt et le bois*; Bern, 27.12.2013; URL: http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01743/index.html?lang=fr consulté le 04.11.2016

- FISCHER Danielle, MANSER Rolf, MEIER Stefan; *Editorial;* Confédération suisse, Office fédéral de l'environnement; *Plan d'action bois;* TRACES Hors-série; *Ville en bois II*; 02.12.2016; p.5

- Statistique Vaud; Tableau: *Composantes de l'évolution de la population résidante permanente par origine, Vaud, 1985-2015*; numéro: T01.03.03-A2017; URL: http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DocID=5670&DomId=2331 consulté le 26.11.2016

- Office fédéral de la statistique; Population-Effectif et Evolution; *L'essentiel en bref, Principaux chiffres d'effectif, d'évolution de la population et des ménages privés, en milliers URL: https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/population/effectif-evolution.html* consulté le 26.11.2016

- Office fédéral de la statistique; Construction et logement; *L'essentiel en bref, Les principaux chiffres du domaine de la construction et du logement URL: https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/construction-logement.html* consulté le 26.11.2016

- Statistique Vaud; Tableau: *Logements, par district, Vaud, 2000-2014*; numéro: T09.02.08_A2017; URL: http://www.scris.vd.ch/Default.aspx?DocID=1215&DomId=1966 consulté le 26.11.2016

- Lausanne.ch; Lausanne officielle: *Evolution mensuelle du nombre d'habitants en 2015*; Tableau: *Mouvement de la population durant l'année 2015*; URL: http://www.lausanne.ch/lausanne-officielle/administration/securite-et-economie/controle-des-habitants/statistiques/evolution-mensuelle-nombre-habitants-en-2015.html consulté le 26.11.2016

- Statistique Vaud;
  Ville de Lausanne: *Portrait en chiffres 2015*; 18.06.2015
  URL: http://www.scris.vd.ch/Data_Dir/ElementsDir/5658/36/F/
  Portrait_de_Lausanne_2015.pdf
  consulté le 26.11.2016

- Lausanne.ch;
  Statistique Vaud: *Unités de logements selon la date de construction et la rénova tion des immeubles, quartiers statistiques lausannois, RFP 2000;*
  Tableau: *QT 09.05.01*
  URL: http://www.lausanne.ch/fr/sous-sites/search.html?q1=q09-01
  consulté le 26.11.2016

- Lausanne.ch;
  Statistique Vaud: *Quartiers de la Ville de Lausanne - Parc de logements selon le nombre de pièces, 2015;*
  Tableau: *QT 09.01.01*
  URL: http://www.lausanne.ch/fr/sous-sites/search.html?q1=q09-01
  consulté le 26.11.2016

## Images

- Site: WallpapersCraft; Tree Background;
  URL: https://wallpaperscraft.com/download/tree_back
  ground_circles_slice_trunk_18444/3840x2400#
  consulté le 06.01.2017

- BLOG SERENDIPITE;
  *Genève;* 30.05.2015
  URL: https://blogserendipite.wordpress.com/2015/05/30/geneve/
  consulté le: 07.11.2016

- Group8; Wood in the sky; *Surélévation, logements Genève, 2009-2012*
  URL: http://www.group8.ch/fr/projets/wood-sky_2
  consulté le 10.11.2016

- SIA; Section Genève; *Visites architecturales;* 2015
  URL: http://www.ge.sia.ch/sites/ge.sia.ch/files/flyer%20sia_rh%C3%B4ne%208.pdf
  consulté le 07.11.2016

- VILLE DE GENEVE; Parc des Cropettes équipement scolaire et public;
  *Construction d'une salle d'éducation physique et de locaux pour la pratique de la musique*;
  Concours de projets d'architecture à un degré en procédure ouverte;
  avril 2010; p. 31

- SKYSRAPERCITY; *Buildings you would love to see demolished*;
  URL: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=114640777
  consulté le 07.11.2016

- GOOGLE MAP; Street View; 2014;
  URL: https://www.google.ch/maps/@46.2099133,6.1433416,3a,75y,106.78h,95.65t/
  data=!3m6!1e1!3m4!1sKRp6FAaNdaXtVjwxok4zPg!2e0!7i13312!8i6656
  consulté le 27.12.2016

- CBS-CBT; *Surélévation d'un immeuble à Tolbiac, Paris*
URL: http://www.cbs-cbt.com/fr/realisations/Surelevation-dun-im
meuble-a-Tolbiac,-Paris-6-0-9
consulté le 07.11.2016

- BLOG SUITE 910; Architecture of density; 09.04.2014;
URL: http://suite910.com/architecture-of-density-de-michael-wolf/
consulté le 11.11.2016

- ARENAS Macky; *VELEZ Simon, La Rebelion de la Guada*;
BLOG: Arkilinea Ideas Arquuitectonica
URL: http://arkilineacolombia.blogspot.ch/2016/06/simon-velez-la-rebelion-de-la-guadua.html
consulté le 11.11.2016

- BLOG: Conseils Thermiques; *Construire une maison en paille;* 17.09.2015
URL: http://conseils-thermiques.org/contenu/images/construire_paille_2.jpg
consulté le 11.11.2016

- BOUVIER Yann; BINDERHOLZ; *Le montage;* 2013
URL: http://www.binderholz.com/it/soluzioni-edili/settore-commercialeindustria/ywood-business-aix-en-provence-francia/
consulté le 07.11.2016

- GILLET Burt; *Three little Pigs;*
Walt Disney Animation Studios; 1933
URL: http://www.chroniquedisney.fr/cartoon-05-silly/1933-cochons.htm
consulté le 02.01.2016

- Blog: JULIO HIMEDE; Architecture, Design;
*ICD + ITKE Research Pavillon 2011*, 23.12.2016
URL: https://blog.juliohimede.com/2011/12/23/icd-itke-research-pavilion-2011/
consulté le 12.12.2016

- Site: Architizer; Temporary Chapel for the Deaconesses of St-Loup; 2007
URL: http://architizer.com/projects/temporary-chapel-for-the-deaconesses-of-st-loup/
consulté le 12.12.2016

- Site: AMC-Archi; Réalisations;
*JTB Architecture, 10 logements en structure bois,* 30.03.2015
URL: https://www.amc-archi.com/photos/jtb-architecture-10-logements-en-structure-bois-saint-denis,1537/10-logements-en-structure-bois.1
consulté le 16.12.2016

- Site: savioz fabrizzi architectes; année 2015; *chalet, val d'hérens;*
URL: http://www.sf-ar.ch/architectes/chalet-herens-1339.html
consulté le 16.12.2016

- Site: Architizer; Zumthor Vacation Homes; 2009
URL: http://architizer.com/projects/zumthor-vacation-homes/
consulté le 16.12.2016

- INGO Gabriel; *Bardages en bois, Guide pratique*; Lausanne; 2012
Presses polytechniques et universitaires romandes;
Traitement superficiel; p71

- Site: OOA; Olivier Olindo Architecte; Construire une maison en bois; 2009
URL: http://olivierolindoarchitecte.com/wp-content/uploads/2015/08/VS5C3755.jpg
consulté le 07.11.2016

- Blog: Architecure lab; House In Hikarimachi II / Rhythmdesign; 16.07.2011
URL: http://architecturelab.net/house-in-hikarimachi-ii-rhythmdesign/#jp-carousel-85757
consulté le 02.12.2016

- Site: Homedezen; Architecture;
*Cross-Laminated-Timber Cottage by Kariouk Associates*; 25.04.2015
URL: http://www.homedezen.com/wp-content/uploads/2015/04/Cross-Laminated-Timber-Cottage-by-Kariouk-Associates-04.jpg
consulté le 07.12.2016

- Office fédéral des statistiques; Atlas statistique de la Suisse;
*Variation de la population résidante permante, de 2010 à 2015*;
URL: https://www.atlas.bfs.admin.ch/maps/13/fr/11844_78_71_70/19621.html
consulté le 20.12.2016

- Site: Montreux Riviera; Salle de concert des Docks, Lausanne; 10.01.2017
Montreux-Vevey Tourisme;
URL: http://montreuxriviera.com/fr/Z249?poi=6706
consulté le 10.01.2017

- Site: Docks lausanne; Galerie; Gaël Faye; 15.10.2013
URL: http://www.docks.ch/galerie/gael-faye/
consulté le 07.01.2017

- Site: Cie Nuna, YoungSoon Cho Jaquet; Productions: Les animaux, 09.03.2014
Théâtre de l'Arsenic
URL: http://www.cienuna.com/wp-content/uploads/2013/07/004_youngsoon_cho_animaux_Nicolas_Lieber.jpg/
consulté le 07.01.2017

- Site: Sévelin Urban Festival; Images tirées de la vidéo promotionnelle; 04:07;
*Sévelin Urban Festval 2016*; 21.08.2016;
URL: http://www.sevelinurbanfestival.ch/
consulté le 07.01.2017

- Ibidem (122)

- Site: Allevents.in; Lausanne; *Soirée Salsa en plein air la Guinguette par Salsa y Mas*; 22.07.2016
URL: http://allevents.in/lausanne/soirée-salsa-en-plein-air-à-la-guinguette-par-salsa-y-màs/545289862325349
consulté le 07.01.2017