

# *Architecture évolutive / flexible*

XB Architectes - Version 1 – 16/11/2015

## Index

1. Introduction.....	3
2. Définition .....	4
3. Les facteurs de changement.....	9
4. D'un type de bâtiment à un autre .....	11
5. Pistes de solutions techniques ou comment concevoir des bâtiments évolutifs ? .....	22
A l'échelle urbaine... de l'importance du bâtiment dans son environnement .....	22
A l'échelle du bâtiment... de l'importance des choix constructifs.....	23

# 1. Introduction

Les humains sont des créatures flexibles. Nous bougeons selon nos envies, manipulons les objets et agissons dans des environnements très variés. Il était un temps, en termes d'évolution, où notre existence dépendait de notre capacité de mouvement et d'adaptabilité. Nous devons la survie de notre espèce à cela. Aujourd'hui, dans la plupart des cultures, nous menons une vie plutôt sédentaire, mais la flexibilité pourrait devenir à nouveau une priorité dans le développement humain et de son environnement bâti. La modernisation, les nouveaux moyens de communication ainsi que les préoccupations environnementales remettent en question la notion de bâtiments inamovibles. Dans un monde en mutation, l'architecte doit épouser son temps, notamment au travers d'une recherche de flexibilité et d'adaptation aux nouveaux modes d'habitation comme aux nouveaux usages.

Par leur fonction, leur fonctionnement ou leur emplacement, les bâtiments flexibles visent à réagir à des changements de situation. C'est une architecture qui s'adapte, se transforme plutôt qu'elle ne limite, est motrice plutôt que statique, interagit avec ses utilisateurs plutôt que de les restreindre à une utilisation prédéfinie. Analyser sa conception, son dessin, sa construction et son utilisation nous permet de comprendre sa capacité à résoudre les problèmes actuels et futurs, liés aux évolutions techniques, sociales et économiques.

A titre d'exemple, le plan libre est une des innovations des bâtiments de bureaux américains à Chicago et New York dans le dernier quart du 19ème siècle. Ses éléments constitutifs sont : structure (poteau/poutres/dalle), noyau et façade. La principale qualité d'un plan libre est de procurer une grande flexibilité et de permettre des recompositions multiples. D'un point de vue architectural, il produit un espace amorphe et indéterminé qui se caractérise par sa singularité.

Les évolutions démographiques, les mutations des modes de vie ont ainsi contribué à la modification des systèmes de consommation.

L'heure est au recyclage, à la récupération. Sur ce sujet, le bâtiment est peut-être le dernier bastion à ne pas avoir suivi cette évolution de manière très significative. Les habitudes, les pratiques et les coûts de construction évoluent lentement en la matière.

Pourtant, les politiques mises en œuvre ces dix dernières années tendent toujours plus vers un développement durable, et les prises en compte du respect de l'environnement. Des progrès considérables ont été réalisés en termes de bâtiment passifs, voire positifs grâce aux nouvelles réglementations thermiques imposées.

Cependant, on s'aperçoit que ces mesures restent insuffisantes au regard des objectifs environnementaux à atteindre, et plus particulièrement sur l'émission des déchets dans le secteur du bâtiment.

Ce constat amène à repenser les pratiques de conception et à réfléchir sur les actions de prévention à mener pour diminuer le plus possible les déchets. Plusieurs leviers sont mis à disposition pour aider tous les acteurs de la construction à améliorer ce point faible. La prise en compte de l'évolutivité et de la flexibilité de l'architecture constitue l'un des points d'action.

Depuis peu, les grands groupes du bâtiment commencent à réfléchir sur une nouvelle approche de l'acte de construire s'inscrivant dans une démarche d'architecture évolutive. (CF. Eiffage Phosphore, bâtiment « la ruche », programme de logements individuels et collectifs du quartier Wacken).

## 2. Définition

### « Qu'entend-on par architecture évolutive ? »

On pourrait définir le concept comme suit :

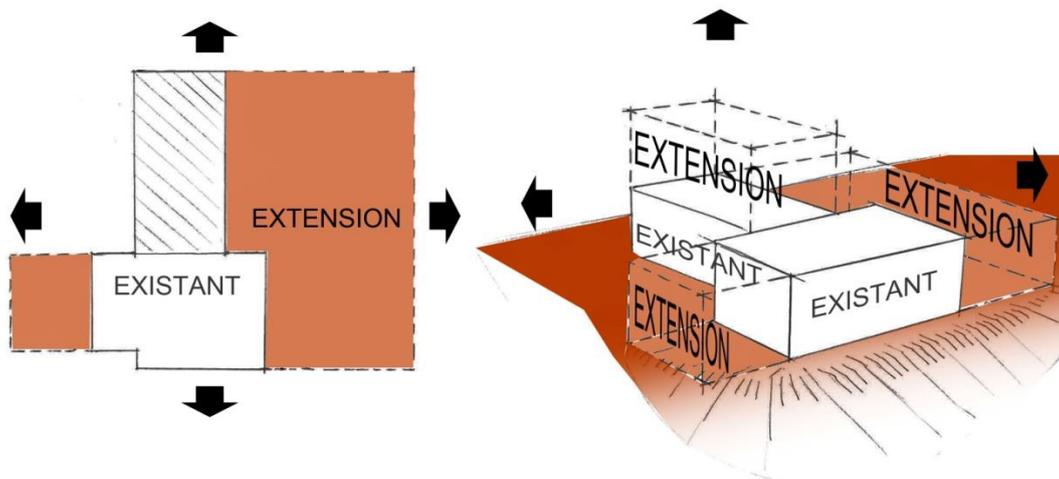
Art de concevoir une structure ou un bâtiment capable de supporter des modifications ultérieures. Ce concept entretient un lien étroit à la notion de temps et de durabilité et pourrait être associé à d'autres préceptes tels que souplesse, adaptabilité, flexibilité, convertibilité, polyvalence, simplicité...

### « Peut-on définir un type d'évolution ? »

Le choix du type d'évolution sur un bâtiment est très dépendant du contexte dans lequel il s'implante (implantation sur la parcelle, foncier disponible, forme, gestion des espaces, systèmes constructifs, conception de façade, cloisonnement,...). Aucune règle précise n'est applicable, cependant on peut dégager des principes majeurs. Les schémas suivants illustrent les propos

L'évolution, en architecture, ne peut pas revêtir une seule forme, mais il est possible d'identifier trois familles principales:

- Une évolution formelle : l'extension



Cette forme d'adaptation de bâtiment suppose qu'une partie de l'architecture est conservée et que cette dernière ne subit que très peu de transformation.

L'extension, quant à elle, fait l'objet d'une conception à part entière, en liaison avec l'architecture initiale conservée.

L'un des grands enjeux du projet évolutif réside dans la prise en compte des liaisons et articulations entre le « bâtiment de base » et son extension.

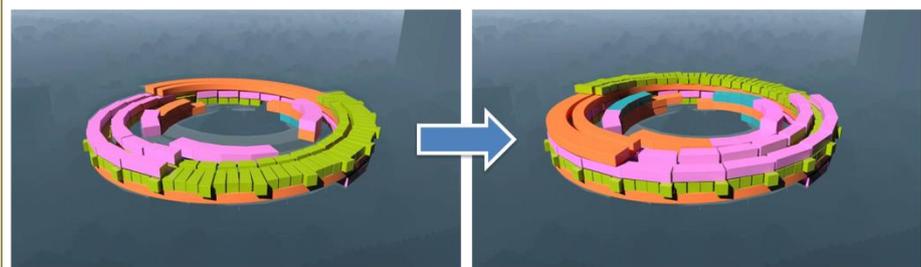
A titre d'illustration, le groupe Eiffage a réfléchi sur la conception de bâtiments évolutifs. Deux exemples sont présentés ci-après :

- La Ruche
- Les logements Wacken

L'évolutivité est pensée dès la conception tant d'un point de vue réglementaire que de l'urbanisme. Il s'agit d'anticiper toutes les évolutions du bâtiment que ce soit en toiture ou en façade.



*Extrait de la plaquette « phosphore Eiffage » - Evolution logements Wacken*



*Extrait de la plaquette « phosphore Eiffage » - Evolution la Ruche*

Cette structure hélicoïdale permet d'adapter la programmation des espaces intérieurs par la conception optimisée du système de distribution. Les équipements de production d'énergies renouvelables sont installés sur une structure légère qui permet une évolutivité du bâtiment vers le haut.

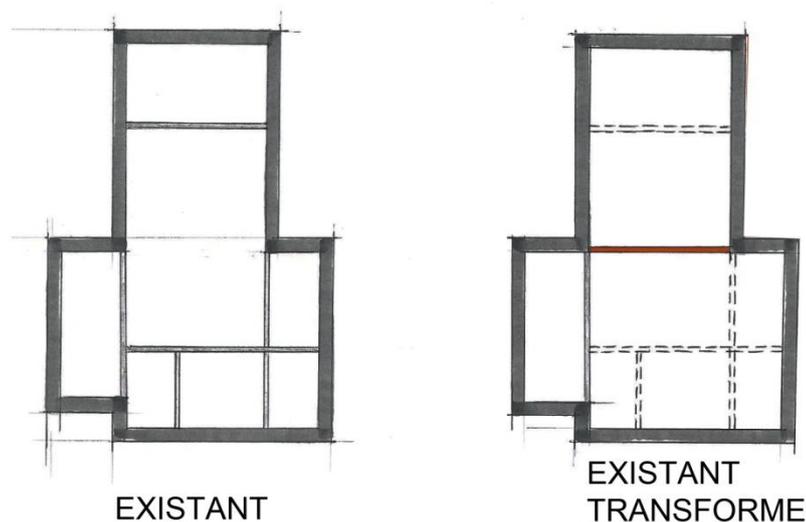
D'un point de vue formel, il semblerait que ces deux études envisagent leur extension par ajout d'étages et s'affranchissent des contraintes foncières et réglementaires. Il s'agit là de concepts généraux.

Or dans la réalité, les possibilités d'extension sont plus larges mais également plus contraintes. Chaque projet sera soumis à des contingences :

- D'ordre spatial : terrain d'assise, foncier disponible...
- D'ordre réglementaire : urbanisme, sismicité, accessibilité...
- D'ordre fonctionnel : destination des pièces (on ne conçoit pas une SDB comme un salon !)
- D'ordre structurel : position d'éléments porteurs, types de fondation...

Une analyse approfondie en amont du processus de projet et propre à chaque cas constitue donc une étape clé dans la conception de bâtiment évolutif par extension.

- **Une évolution d'usage (ou changement d'affectation) : la transformation**



Contrairement au type d'évolutivité précédent, on se cantonne à l'enveloppe du bâtiment initial, sans déplacer les limites construites. Rien n'empêche de modifier l'aspect extérieur, mais toujours dans la même emprise spatiale.

Par exemple, en fonction de la destination projetée, le concepteur peut être amené à modifier les ouvertures ou les façades (besoin d'un apport de lumière supplémentaire, occultation,...)

Là encore, le champ des possibles est très large et une partie des contraintes est toujours à prendre en considération :

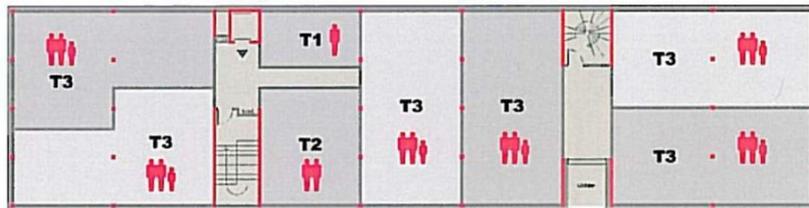
- D'ordre réglementaire : urbanisme, sismicité, accessibilité...
- D'ordre fonctionnel : destination des pièces, usages
- D'ordre structurel : éléments porteurs, gaines techniques...

A titre d'exemple, le groupe ADIM Normandie-Centre et VINCI Construction a réfléchi sur la conception de bâtiments évolutifs par transformation d'usage, « l'Habitat Colonne » (voir annexes)

Ce document montre, entre autres, comment passer du logement étudiant à des logements pour chercheurs, puis des logements sociaux,... par le biais d'un procédé industrialisé.

Cet exemple propose un principe générique prenant en compte à la fois les contraintes propres au type de bâtiment initial : le logement et toutes les problématiques qui l'accompagnent (bruit, intimité,...) mais aussi les adaptations aux paysages, la définition d'une trame autorisant la souplesse de configuration (adaptations aux orientations et aux fonciers rencontrés...), l'adaptation aux sites,...etc...

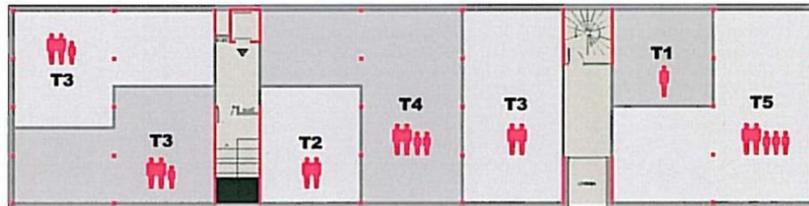
### ... à des logements pour chercheurs



Critère pris en compte dans le classement Shanghai des universités



### ... à des logements sociaux



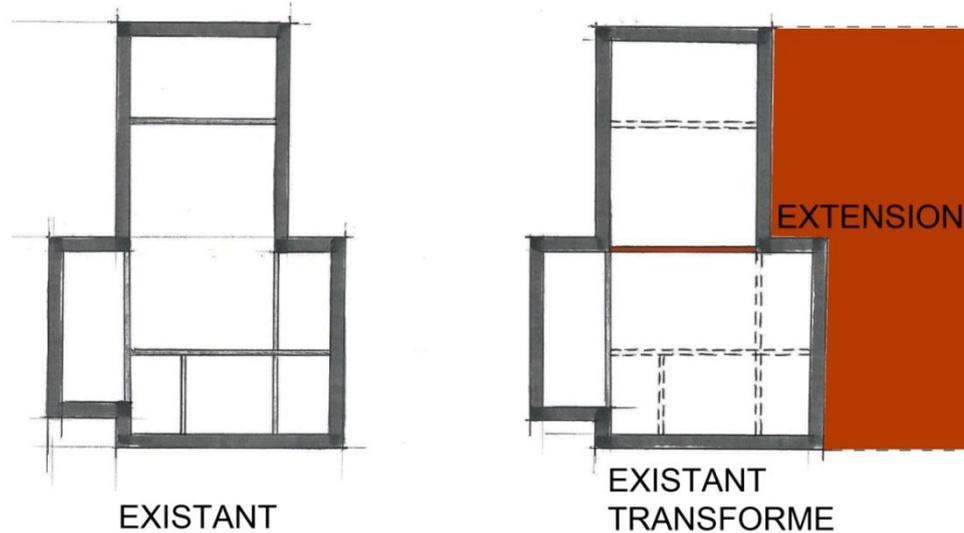
Variété du T1 au T5  
Typologie habituelle des programmes sociaux du logement familial

Extrait du document « Habitat Colonne » (ADIM Normandie-Centre/VINCI Construction)

A priori, en zone urbaine dense, où le foncier devient rare, ce type d'évolutivité sera sans doute privilégié. Néanmoins, le choix est à faire au cas par cas, après analyse approfondie du programme et des contraintes

Enfin, la dernière famille d'évolution possible identifiée juggle les deux cas développés précédemment.

- ... les deux



Le choix du type d'évolution sur un bâtiment est très dépendant du contexte dans lequel il s'implante. (Implantation sur la parcelle, foncier disponible, forme, gestion des espaces, systèmes constructifs, conception de façade, cloisonnement,...) Aucune règle générale n'est applicable, hormis l'anticipation et l'analyse qui demeurent les facteurs primordiaux de réussite de conception d'un bâtiment flexible.

### 3. Les facteurs de changement

De façon instinctive, il semblerait que les logements collectifs soient la forme architecturale la plus éloignée d'un modèle de bâtiment flexible ou évolutif, à l'inverse, les bâtiments industriels constitueraient des modèles architecturaux adaptables et modifiables à souhait.

Pourquoi ? Qu'est ce qui fait cette différence ?

La « posture financière » et/ou le rapport au temps qui façonne la conception paraissent être les enjeux majeurs quant à la prise en compte du concept d'architecture évolutive.

Prenons l'exemple de la promotion immobilière privée de grands ensembles collectifs et des bâtiments industriels :

Les promoteurs privés ont généralement une démarche de rentabilité immédiate. On bâtit, on vend, ou on vend avant même d'avoir bâti. La question du devenir de l'ouvrage n'est pas la priorité. En revanche, l'industriel ou l'entrepreneur se situe toujours dans une vision à moyen ou long terme, il anticipe les fluctuations de l'entreprise...

Et pourtant, dans l'acte de bâtir, les urgences sont similaires...ce qui diffère c'est l'implication et l'engagement dans le temps et la rentabilité qui est liée.

Donc, pour parvenir à avoir une démarche volontaire et responsable, il est primordial de démontrer l'intérêt de celle-ci et de sensibiliser les concepteurs de prolonger sa durée de vie, par des actes simples et pas forcément plus coûteux à moyen terme.

Pour ce faire, comprendre les facteurs de changement constitue la première étape dans l'analyse préalable nécessaire à la réussite de notre architecture évolutive.

Les facteurs de changement sont variables. Comme indiqué en introduction, le développement démographique, les avancées technologiques sont facteurs de mutations sociales et l'architecture, à diverses échelles (urbaine, d'un bâtiment) doit s'adapter à ces nouveaux usages, voire les anticiper.

Certains facteurs de changement sont propres aux types de bâtiments. Nous avons identifiés les principaux dans le tableau suivant :

Type de bâtiment	Exemples associés	Facteurs de changement et nouvelles pratiques qui en découlent
LOGEMENT	la « Girolle »	<ul style="list-style-type: none"> <li>• foncier, terrain disponible / modification des règles d'urbanisme</li> </ul>
<b>Collectif</b>	Pierre LAJUS (1966)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• variation de la structure familiale : familles recomposées, monoparentales, célibat</li> </ul>
<b>Individuel</b>	Cette maison individuelle évolue selon les moyens et les besoins de la famille.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rapport coût des loyers ou du foncier - pouvoir d'achat fluctuant</li> <li>• augmentation de l'espérance de vie</li> <li>• changement propriétaire</li> </ul> <p>⇒ apparition de <u>nouvelles façons d'habiter</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espaces mutualisés</li> <li>- Collocations</li> <li>- Economie d'énergie,</li> <li>...</li> </ul>

TERTIAIRE	Bureaux NOBATEK, (2009)  l'architecture positionne l'entreprise, reflète son éthique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recherche de rentabilité/variation d'activité</li> <li>• politique de communication</li> <li>• évolutions technologiques</li> <li>• modifications réglementaires (urbanisme, ERP, droit du travail, ...)</li> </ul> <p>⇒ apparition <u>d'autres façons de travailler</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- développement des activités de service (ex : centres d'appels, secrétariats mutualisés, open space..).</li> <li>- bâtiment comme vitrine de l'entreprise, qui expose la philosophie de l'entreprise, son éthique</li> <li>- optimisation de l'espace : numérique, informatique, moins d'archivage papier</li> </ul>
INDUSTRIEL		<ul style="list-style-type: none"> <li>• variation d'activité, gestion des plannings (période d'activités), plans marketing et production → modularité</li> <li>• avancées technologiques</li> <li>• modifications réglementaires (urbanisme, droit du travail, normes..)</li> </ul> <p>⇒ obligation d'avoir un <u>bâtiment facilement adaptable</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- recherche de solutions architecturales les plus légères possibles (ossature métallique, système poteau/poutre ...)</li> </ul>
EQUIPEMENT PUBLIC*	Hôpital de Bayonne, (2002 - 2014)  La capacité du bâtiment s'est considérablement développée. Cette modification est directement liée à la politique de santé de l'Etat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• choix politiques ou budgétaires</li> <li>• fréquentation des lieux (succès ou déshérence...)</li> <li>• nouvelles formes de maîtrise d'ouvrage : partenariats public /privé</li> </ul> <p>⇒ conception de bâtiments qui reflètent la position de l'Etat, <u>architecture = image des institutions.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caractère exemplaire des bâtiments</li> <li>- innovation recherchée : l'Etat impulse la nouveauté</li> </ul>

\*Ce type revêt tant de diversité (bâtiment institutionnel, d'enseignement, hospitalier, sportif, culturel,...) que le tableau ne les fait pas apparaître dans le détail mais prend en compte la globalité sous le terme générique « d'équipement public »

Même si l'anticipation est une notion difficile à mesurer et donc à intégrer dans un processus de conception, la répétition de pratiques et l'observation de celles-ci à travers la durée de vie d'un ouvrage offre des informations intéressantes. A travers des simulations d'évolution d'un type de bâtiment à un autre, il est possible d'identifier les contraintes auxquelles le concepteur va se confronter, tant d'un point de vue réglementaire qu'architectural. Très vite, les possibilités se dessinent de façon presque intuitive.

## 4. D'un type de bâtiment à un autre ...

Le tableau suivant présente quelques exemples simples permettant de vérifier la pertinence d'évolution d'un bâtiment et ainsi constituer une aide préalable à la décision, en mettant l'accent sur les points singuliers à traiter. Autant d'outils ou de méthodes qui permettent l'anticipation de la durée de vie d'un bâtiment, de son devenir.

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
<b>Du logement individuel → au logement collectif</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU (COS, stationnement, hauteur des constructions, prospects,...) PPRI</li> <li>- Accessibilité PMR</li> <li>- Sécurité incendie</li> <li>- Code civil (vues, bruit,...)</li> <li>- Code de la construction</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accès, stationnement</li> <li>- Séparation de parties communes / parties privatives <u>donc</u> : isolement au feu, isolation acoustique <u>donc</u> : surfaces gelées dévolues aux parties communes</li> <li>- Réseaux, gaines techniques (séparation)</li> <li>- Cloisonnement intérieur</li> </ul>	<p>Sous réserve que les surfaces soient suffisantes, cette évolution est possible et facilitée par le fait que la destination reste identique (habitation).</p>
<p><b>Points particuliers à traiter</b> : accès et aménagements extérieurs (allées, nombre de places,...) traitement des façades (création ou suppression d'ouvertures), gaines techniques, cloisonnement/décloisonnement</p>		
<b>Du logement individuel → au bâtiment tertiaire</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...)</li> <li>- ERP</li> <li>- Accessibilité PMR</li> <li>- Sécurité incendie</li> <li>- Droit du travail</li> <li>- Code de la construction</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accès, stationnement</li> <li>- Cloisonnement <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Apport de lumière naturelle</li> <li>⇒ Isolation phonique</li> </ul> </li> <li>- Dimensionnement des réseaux</li> </ul>	<p>Hormis le rapport d'échelle, il ne semble pas y avoir de difficultés majeures pour traiter ce type d'évolution. Tout est fonction de l'activité tertiaire réalisée et de la taille de la maison d'origine.</p>
<p><b>Points particuliers à traiter</b> : nombre de places de stationnement, confort d'usage, réseaux et puissances électriques et informatiques.</p>		

## Du logement individuel → au bâtiment industriel

<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU (COS, stationnement, hauteur des constructions, prospects,...)</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,... ) et labels</li> <li>- Sécurité</li> <li>- Droit du travail</li> <li>- Code de la construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parking et stationnement</li> <li>- Echelle du bâtiment : vérifier l'adéquation des besoins en surfaces, hauteurs, aires de manœuvres,...</li> <li>- Surfaces</li> <li>- Structure</li> <li>- Installations techniques (puissance électrique,...)</li> </ul>	<p>Ces deux types sont très éloignés l'un de l'autre. L'évolution semble compliquée, cependant, il est toujours possible d'imaginer affecter une partie à un type de bâti. Ex : logements individuels → bureaux de l'administration du site + extension</p>
--	---	---

**Points particuliers à traiter** : foncier disponible, structure simple et légère, réseaux et puissances électriques et informatiques

## Du logement individuel → à l'équipement public

<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...)</li> <li>- ERP</li> <li>- Accessibilité PMR</li> <li>- Sécurité incendie</li> <li>- Code de la construction</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relation à l'environnement (mise en scène, image,...)</li> <li>- Echelle du bâtiment</li> <li>- Distribution interne</li> <li>- Eclairage</li> <li>- Réseaux</li> </ul>	<p>Ce type d'évolution ne sera possible que dans certains cas. (petit musée par exemple)</p>
--	--	--

**Points particuliers à traiter** : mise en scène, traitement de l'entrée, des accès, niveaux d'éclairage en fonction de l'usage (ex. musée, lumière artificielle dans salles d'exposition), cloisonnement

CONTRAINTES REGLLEMENTAIRES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
--------------------------------	-----------------------------	-----------

### Du logement collectif → au logement individuel

<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...)</li> <li>- Code civil (vues, bruit,...)</li> <li>- Code de la construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accès</li> <li>- Echelle du bâtiment (pas trop grand !)</li> <li>- Suppression des parties communes</li> <li>- Simplification               <ul style="list-style-type: none"> <li>des accès</li> <li>des réseaux</li> </ul> </li> </ul>	<p>Dans ce cas, l'évolution ne sera envisageable que si le bâtiment d'origine a une échelle pouvant correspondre à la destination souhaitée</p> <p>Petit collectif =&gt; grande maison</p> <p>Pour les grands collectifs, une évolution vers un habitat type logement intermédiaire peut être envisagée</p>
---	---	---

Points particuliers à traiter : Cloisonnement, espaces paysagers extérieurs, optimisation des parties communes ou gaines techniques

### Du logement collectif → au bâtiment tertiaire

<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...)</li> <li>- ERP</li> <li>- Accessibilité PMR</li> <li>- Sécurité incendie</li> <li>- Droit du travail</li> <li>- Code de la construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure du bâtiment               <ul style="list-style-type: none"> <li>• éléments porteurs</li> <li>• circulations</li> <li>• gaines techniques</li> </ul> </li> <li>- Distribution intérieure, cloisonnement               <ul style="list-style-type: none"> <li>• niveaux d'éclairement</li> </ul> </li> </ul>	<p>Ce type d'évolution semble facile, tant en terme de structure que d'environnement extérieur. L'essentiel du travail portera sur la distribution intérieure des pièces. Les gaines techniques pourront être réutilisées pour passer les câbles électriques...</p>
--	--	---

Points particuliers à traiter : Structure porteuse initiale, cloisonnement intérieur

## Du logement collectif → au bâtiment industriel

- PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...)
- Normes et labels
- Sécurité incendie
- Droit du travail
- Code de la construction

- Accès, zones de manœuvres
- Echelle de la construction
- Enveloppe extérieure
- Structure du bâtiment
- Distributions intérieures

Ce type d'évolution reste difficile. Toute la réussite réside dans la compatibilité entre les deux bâtiments (il paraît plus simple d'adapter du logement collectif à un laboratoire plutôt qu'à une usine de voiture)

Points particuliers à traiter : Structure porteuse initiale, cloisonnement intérieur (dépendant du nouveau classement du bâtiment), espaces extérieurs et zones de manutention ou de manœuvre.

## Du logement collectif → à l'équipement public

- PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...)
- ERP
- Accessibilité PMR
- Sécurité incendie
- Droit du travail
- Code de la construction
- Normes

- Accès, accessibilité
- Relation bâtiment à son environnement immédiat : travail sur l'image
- Structure porteuse (refends ou poteaux/poutres,...)
- Distribution et cloisonnement intérieur (gainages techniques, circulations,...)

Comme dans chaque type d'évolution imaginée, il est essentiel que l'échelle entre le bâtiment de base et le projet soit cohérente. L'essentiel du travail sur cet exemple précis est sans doute la revalorisation extérieure et le travail sur l'image.

Points particuliers à traiter : Espaces extérieurs et accès, enveloppe du bâtiment, cloisonnement/décloisonnement

CONTRAINTES REglementaires	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
<b>Du bâtiment tertiaire → au logement individuel</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU</li> <li>- Code de la construction</li> <li>- Code civil</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relation à l'environnement (image, liaison ..)</li> <li>- Echelle du bâtiment</li> <li>- Enveloppe extérieure</li> <li>- Distribution intérieure, couloirs et parties communes</li> <li>- Isolation thermique et acoustique</li> </ul>	<p>Le rapport d'échelle est la condition essentielle pour envisager cette transformation.</p>
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Echelle du bâtiment, espaces verts paysagers, cloisonnement, traitement des façades</p>		
<b>Du bâtiment tertiaire → au logement collectif</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU</li> <li>- Accessibilité handicapés</li> <li>- Sécurité incendie</li> <li>- Code civil</li> <li>- Code construction</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accès, accessibilité</li> <li>- Relation à l'environnement</li> <li>- Stationnement</li> <li>- Distribution intérieure (circulations horizontales et verticales, parties privatives...)</li> <li>- Réseaux (GT, EU/EV..)</li> <li>- Structure : éléments porteurs compatibles avec les normes d'habitabilité Ex : ch : 2.70m minimum mais pour un séjour au moins 3.50m de large</li> </ul>	<p>Cette évolution est envisageable sous réserve d'adaptation, de redistribution des pièces et des accès.</p>
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Cloisonnement (Coupe-feu en fonction du nouveau classement du bâtiment), parties communes, espaces habitables extérieurs (loggias, balcons, terrasses,...)</p>		

## Du bâtiment tertiaire → au bâtiment industriel

- Code de la construction
- PLU
- Normes (sismique, RT 2012,...)
- Droit du travail
- Classement du bâtiment

- Echelle de la construction
- Accès, zones de manœuvre
- Enveloppe extérieure
- Structure du bâtiment
- Distributions intérieures

Ce type d'évolution reste difficile. Toute la réussite réside dans la compatibilité entre les deux bâtiments (il paraît plus simple d'adapter du logement collectif à un laboratoire plutôt qu'à une usine de voiture)

Points particuliers à traiter : Espaces verts et zones de manutentions ou manœuvres, structure porteuse initiale, cloisonnement.

## Du bâtiment tertiaire → à l'équipement public

- PLU
- ERP
  - Accessibilité PMR
  - Sécurité incendie
- Code de la construction
- Normes (sismique, RT 2012,...)

- Relation du bâtiment à son environnement immédiat : travail sur l'image
- Distribution intérieure

L'exemple peut tout à fait s'adapter à un bâtiment type mairie (usage assez semblable) voire à l'enseignement.

Points particuliers à traiter : Accès et mise en scène, cloisonnements.

CONTRAINTES REGLLEMENTAIRES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
<b>Du bâtiment industriel → au logement individuel</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU</li> <li>- Normes (désamiantage, matériaux dangereux..)</li> <li>- Code civil</li> <li>- RT 2012</li> <li>- Code construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Echelle du bâtiment, volumes</li> <li>- Relation avec l'environnement et le paysage</li> <li>- Enveloppe extérieure</li> <li>- Isolation intérieure (thermique, acoustique,...)</li> <li>- Ouvertures (éclairage, vues,...)</li> </ul>	<p>L'enjeu réside dans le redimensionnement des espaces. Il faut avant tout que l'échelle de départ soit adaptée à celle d'arrivée. Le lieu d'implantation est également primordial.</p>
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Proportions, cloisonnement, création d'ouvertures, isolation acoustique et thermique</p>		
<b>Du bâtiment industriel → au logement collectif</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU</li> <li>- Normes</li> <li>- Accessibilité handicapés</li> <li>- Sécurité incendie</li> <li>- Code civil</li> <li>- Code construction</li> <li>- RT 2012</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relation à l'environnement</li> <li>- Stationnement</li> <li>- Echelle du bâtiment (hauteurs, surface..), circulations horizontales</li> <li>- Isolation intérieure</li> <li>- Enveloppe extérieure, amenées de lumière, ouvertures</li> <li>- Création de parties communes / parties privatives</li> <li>- Création de réseaux, GT</li> <li>- Distribution intérieure</li> </ul>	<p>Même si ce cas nécessite beaucoup de modifications, on constate une grande souplesse d'adaptation grâce aux structures des bâtiments industriels. Les transformations seront d'ordre fonctionnel essentiellement (confort visuel, habitabilité. Comme dans l'exemple précédent, l'implantation est un facteur important de décision (cadre de vie - zones artisanales et industrielles pour du logement ?)</p>
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Enveloppe extérieure (thermique, ouvertures), distribution intérieure (parties communes/parties privatives, isolation acoustique, cloisonnement)</p>		

## Du bâtiment industriel → au bâtiment tertiaire

- PLU
- Normes
- ERP
  - PMR
  - Incendie
- RT2012
- Code du travail
- Code de la construction

- Echelle du bâtiment, volume
- Enveloppe extérieure
  - Ouverture, apport de lumière naturelle
  - Isolation thermique
- Distribution intérieure
  - Cloisonnement
  - Isolation phonique

L'évolution parait simple.  
La réussite d'un tel projet passe par l'amélioration du confort d'usage.

Points particuliers à traiter : Structure porteuse, enveloppe extérieure (ouvertures, isolation thermique), cloisonnement (organisation spatiale, isolation phonique)

## Du bâtiment industriel → à l'équipement public

- PLU
- ERP
  - Accessibilité PMR
  - Sécurité incendie
- Code de la construction
- Normes

- Accessibilité / entrée
- Relation / environnement
- Image extérieure
- Distribution intérieure

La difficulté dépend vraiment du programme fixé, du type de bâtiment public projeté.

Points particuliers à traiter : Enveloppe extérieure, cloisonnement

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
De l'équipement public → au logement individuel		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> <li>- Code civil</li> <li>- Code construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Echelle du bâtiment (surfaces, hauteurs..), adéquation bâtiment existant/projet</li> <li>- Distribution intérieure : organisation des espaces, modification des fonctions, notion d'intimité</li> </ul>	<p>Ce type de transformation semble peu probable.</p>
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Echelle, volume, enveloppe extérieure</p>		
De l'équipement public → au logement collectif		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU</li> <li>- Accessibilité handicapés</li> <li>- Sécurité incendie</li> <li>- Code civil</li> <li>- Code construction</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accès, accessibilité</li> <li>- Relation à l'environnement</li> <li>- Stationnement</li> <li>- Distribution intérieure (circulations horizontales et verticales, parties privatives...)</li> <li>- Réseaux (GT, EU/EV...)</li> <li>- Structure : éléments porteurs compatibles avec les normes d'habitabilité</li> </ul>	<p>La notion d'accueil du public est assez compatible avec l'idée de « regroupement » dans le logement collectif</p>
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Cloisonnement (Coupe-feu en fonction du nouveau classement du bâtiment), parties communes, espaces habitables extérieurs (loggias, balcons, terrasses,...)</p>		
De l'équipement public → au bâtiment tertiaire		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLU</li> <li>- Code du travail</li> <li>- Code construction</li> <li>- Normes (sismique, RT 2012,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Echelle du bâtiment</li> <li>- Distribution intérieure</li> </ul>	<p>Cette adaptation paraît assez simple. Ceci est dû à la similitude possible des usages.</p>
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Cloisonnement, distribution</p>		

## Du bâtiment public → au bâtiment industriel

- PLU
- Normes
- Droit du travail
- Code de construction

- Accès, localisation
- Echelle du bâtiment (surfaces, hauteurs..), adéquation bâtiment existant/projet
- Cloisonnement, distribution intérieure
- Pollution / dangerosité
- Mise aux normes

L'évolutivité vers un bâtiment industriel semble toujours compliquée même s'il ne faut rien exclure.

Points particuliers à traiter : Redimensionner les espaces, Adapter au calcul des charges, Traiter la dangerosité

Sans prendre en compte l'environnement immédiat d'une construction, certains types de bâtiments sont plus propices aux transformations que d'autres. Les bâtiments industriels, par exemple, offrent une large palette de possibilités d'adaptation :

- De part la structure du bâtiment (utilisation du plan libre) : traditionnellement poteau/poutre métallique ou bois.
- De part la légèreté de son enveloppe qui autorise les percements, les liaisons.
- De part les dimensions généreuses liées aux activités.

A l'inverse, il est plus difficile de transformer n'importe quel type de bâtiment en un bâtiment industriel, du fait de la prise en compte des spécificités des fonctions et de leur traduction spatiale qui crée une architecture souvent très adaptée mais peu adaptable.

Cependant, il ne faut pas hésiter à imaginer toutes les évolutions possibles, même celles qui paraissent les plus insensées.

De nombreux exemples prouvent que certaines adaptations, au départ improbables, peuvent fonctionner.

Le tableau suivant montre quelques exemples d'adaptations originales.

Bâtiment d'origine	Bâtiment de destination	Facteur favorisant l'adaptation
Gymnase	Bâtiment industriel	Surfaces généreuses, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Usine	Musée	Surfaces généreuses, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Bâtiment industriel	Logement collectif	Surfaces généreuses, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Caserne	Logement collectif	Trame, structure compatibles
Caserne	Bâtiment institutionnel	Trame, structure compatibles
Caserne	Enseignement	Trame, structure compatibles
Collège	Bâtiment institutionnel	Trame, structure compatibles
Banque	Logement individuel	Cloisonnement/Décloisonnement aisé, situation urbaine

Commerce	Logement individuel	Cloisonnement/Décloisonnement aisé, situation urbaine
Bâtiment industriel	Petit collectif	Surfaces généreuses, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Grande surface	Bâtiment industriel	Surfaces généreuses, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Maison « bourgeoise »	Petit collectif	Surfaces généreuses, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Usine	Loft	Surfaces généreuses, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Appartement	Bureau/Atelier	Situation géographique, decloisonnement aisé
Appartement	Lieu commercial	Situation géographique, decloisonnement aisé
Musée	Bâtiment institutionnel	Prestance du bâtiment, surfaces généreuses, structure modulable
Bâtiment industriel	Boîte de nuit	Surfaces, prise en compte des nuisances
Eglise	Boîte de nuit	Surfaces, originalité
Eglise	Petit collectif	Surfaces, grandes hauteurs facilitant l'adaptation
Phare	Logement individuel	Bâtiment de destination facile à adapter, isolement, originalité
Moulin	Logement individuel	Bâtiment de destination facile à adapter, isolement, originalité
Ecole	Logement individuel	Bâtiment de destination facile à adapter, originalité
Ecole	Mairie	Même famille de bâtiment (accueil, public,...)
Théâtre	Boîte de nuit	Surfaces, originalité
Caravane, roulotte	Logement individuel	Bâtiment de destination facile à adapter, originalité
Caravane, roulotte	Commerce ambulant	Facilité de déplacement privilégiée
Logements étudiants	Logements T3/T4	Structure, trame, gaines techniques compatibles
Bureaux	Logements étudiants	Structure, trame et surfaces compatibles
Hôtel	Logements collectifs	Structure, trame et cloisonnement compatibles
Hôpital	Hôtel	Fonctions et usages facilement rapprochables (accueil, intimité,...)
Couvent	Hôtel	Fonctions et usages facilement rapprochables (accueil, intimité,...), recherche d'originalité
Couvent	Logements étudiants	Forme architecturale, dimension des cellules
Prison	Logements étudiants	Forme architecturale, dimension des cellules
Prison	Hôtel	Forme architecturale, dimension des cellules, recherche d'originalité
Théâtre	Cinéma	Même famille de bâtiment, fonctions et usages facilement rapprochables (lieu de spectacle)
Cuisine collective	Laboratoire	Prise en compte des notions d'hygiène et de cloisonnement (circuits, matériaux,...)
Cuisine collective	Restaurant	Usages similaires (préparation de repas).

....

Cette liste met volontairement en avant des cas de transformations insolites. Ainsi, il est toujours possible de faire évoluer un bâtiment. La condition sine qua non réside dans l'obligation que le bâtiment d'origine et le bâtiment de destination comportent un dénominateur commun. Il peut s'agir de l'usage mais également de la structure ou de la position géographique stratégique,...

Avant d'imaginer les solutions techniques qui favoriseront l'évolutivité d'un bâtiment, nous savons maintenant qu'un travail d'analyse préalable est nécessaire ainsi que la mise en place d'objectifs précis (à l'image d'un business plan pour la création d'une société,...). Il faut répondre à une série de questions telles que :

- Que puis-je faire sur ce lieu ? Quelle réglementation s'applique ? Quels sont mes objectifs de développement humain, économique, ... ?

Ainsi, le recueil des tous les éléments existants croisé au programme (identification des objectifs souhaités) permet de déterminer la durée de vie d'un bâtiment et les évolutions les plus adaptées.

## 5. Pistes de solutions techniques ou comment concevoir des bâtiments évolutifs ?

A partir des orientations retenues, des principes constructifs simples permettent de réaliser un bâtiment adaptable et évolutif. Des solutions existent, à plusieurs échelles du projet, pour favoriser d'éventuelles transformations. Les pages suivantes présentent, de manière non exhaustive, quelques principes de conception permettant de faciliter la nature évolutive du bâtiment.

### A l'échelle urbaine... de l'importance du bâtiment dans son environnement

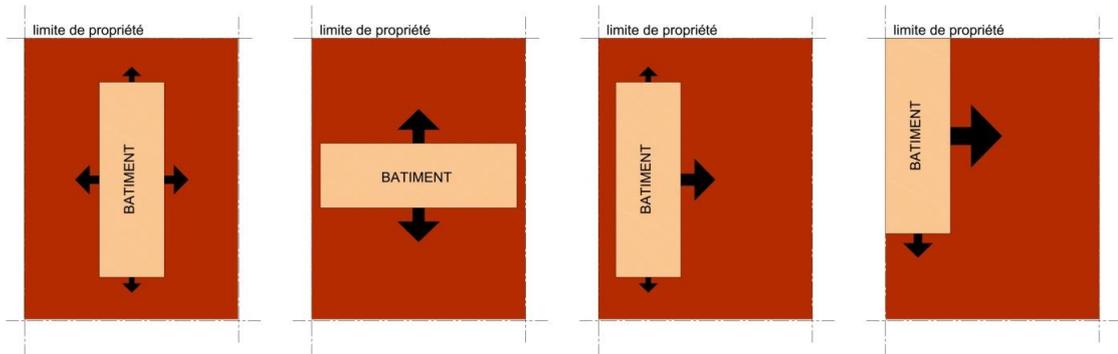
#### a. Surface, forme et complexité du terrain

- Choisir des terrains d'implantation appropriés : en fonction des objectifs fixés et de leur hiérarchisation, la première action à mener repose sur le choix du terrain.  
Dans un but de création d'un bâtiment évolutif, autant que faire se peut, il semble préférable de s'implanter sur des zones à faibles contraintes. Ainsi, on tentera de privilégier les terrains aux caractéristiques telles que :
  - Surfaces généreuses
  - Contraintes urbanistiques faibles : COS élevé, dans certains cas, éviter les secteurs sauvegardés, ou à risques (PPRI,...)
  - Facilement accessibles et desservis

#### b. Implantation sur la parcelle

- Rationaliser les espaces et concevoir des formes **simples** : d'une manière générale, les plans simples favorisent l'appropriation de l'espace par les usagers car la lecture est évidente. Si l'on veut s'inscrire dans le temps, il faut léguer aux futurs utilisateurs des bâtiments compréhensibles, à la technicité simple.

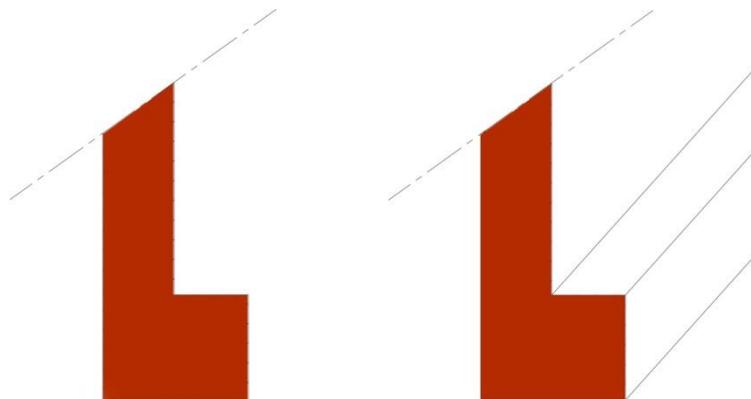
- Optimiser l'implantation du bâtiment sur la parcelle. La forme mais également la position d'un bâtiment sur un terrain induisent des évolutions. Selon que le bâtiment est situé au centre, dans un angle, en fond de parcelle, l'évolution devra s'adapter à la place disponible.



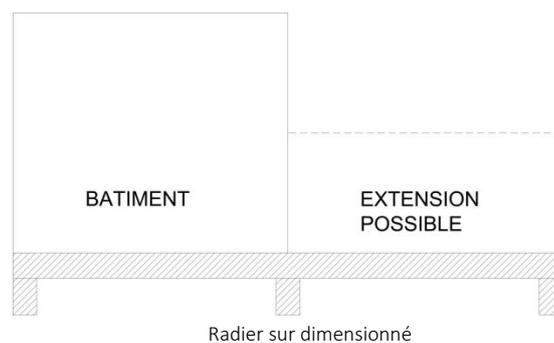
## A l'échelle du bâtiment... de l'importance des choix constructifs

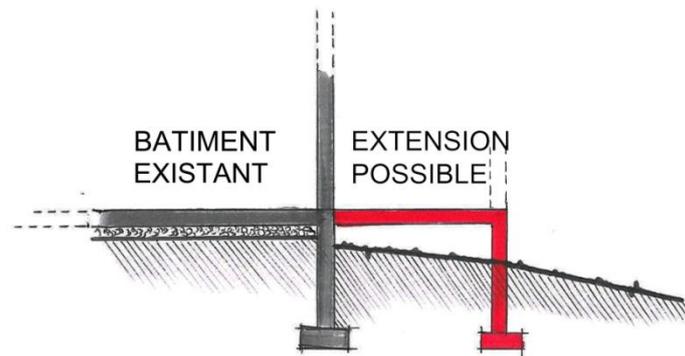
### c. Au niveau des fondations

- Imaginer des fondations évolutives : il est possible, quand l'équilibre financier le permet, de surdimensionner les éléments en vue de recevoir une charge supplémentaire ou de doubler les fondations en intégrant dès le départ des systèmes déportés permettant la construction d'un autre bâtiment en extension...



Semelle isolée déportée / Semelle filante déportée





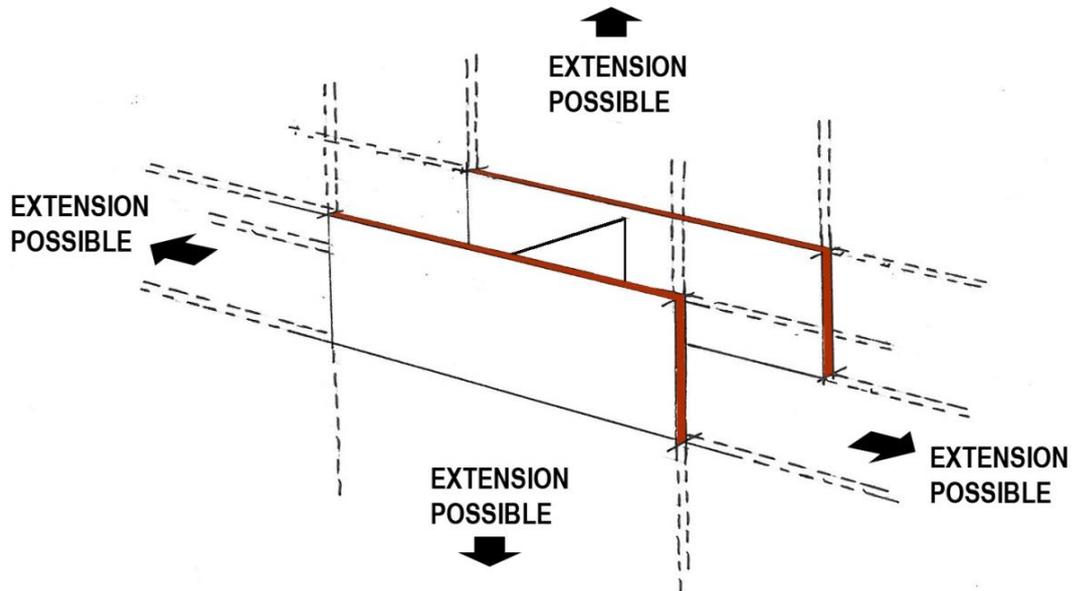
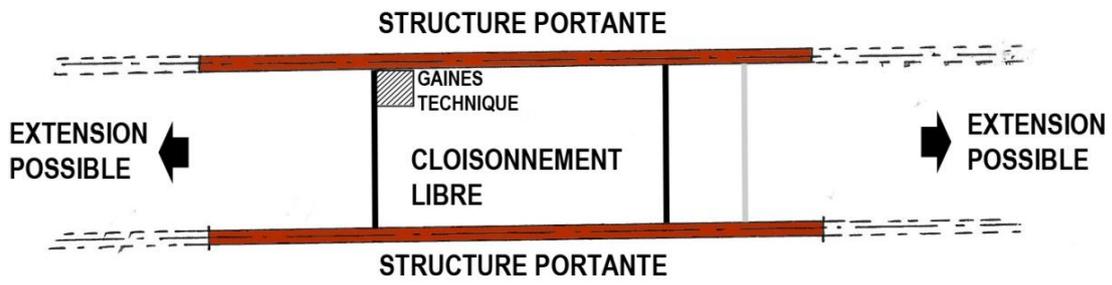
- Favoriser les fondations type micro-pieux qui autorisent les extensions sans toucher aux fondations d'origine

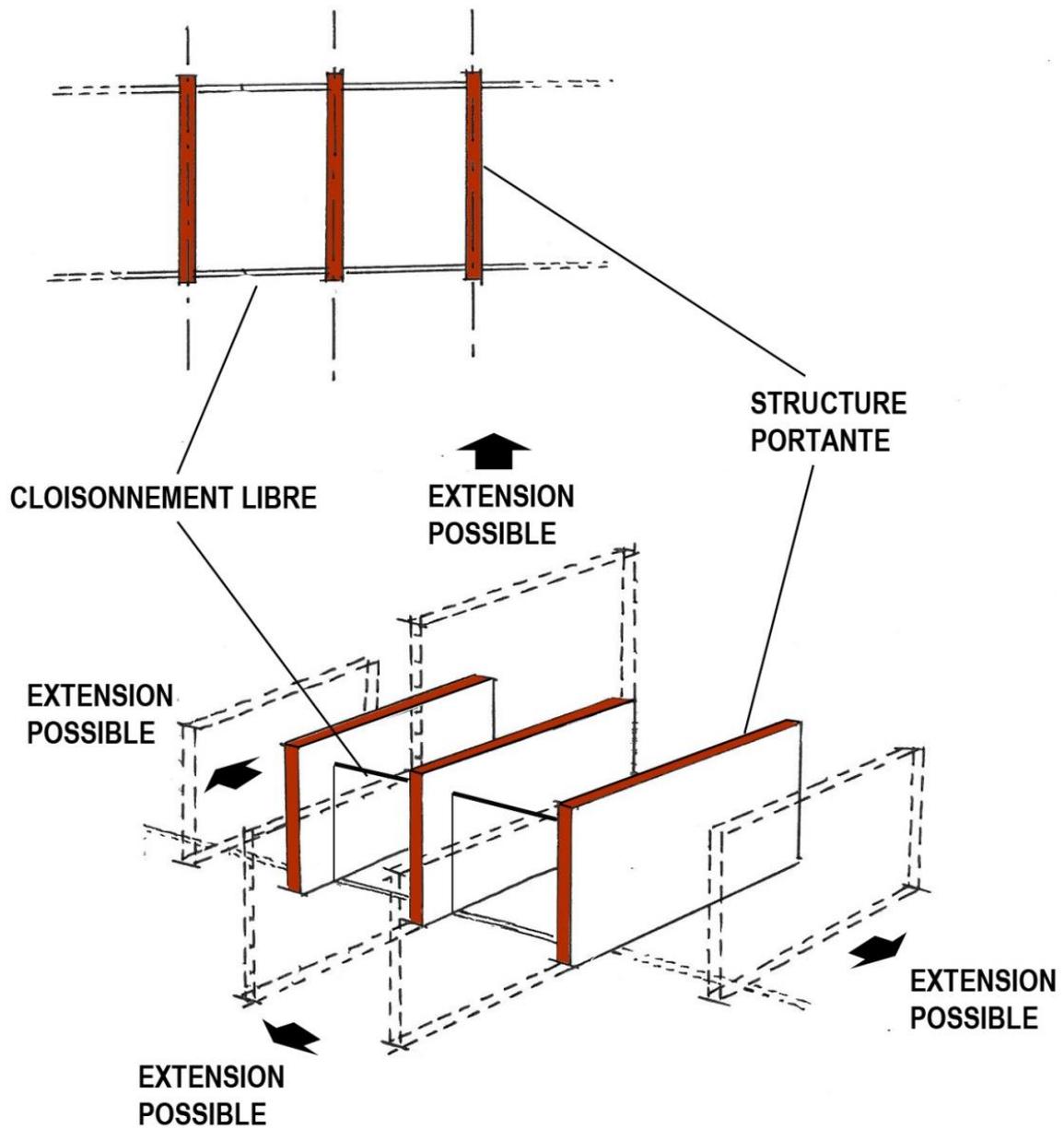
#### d. Au niveau des éléments porteurs

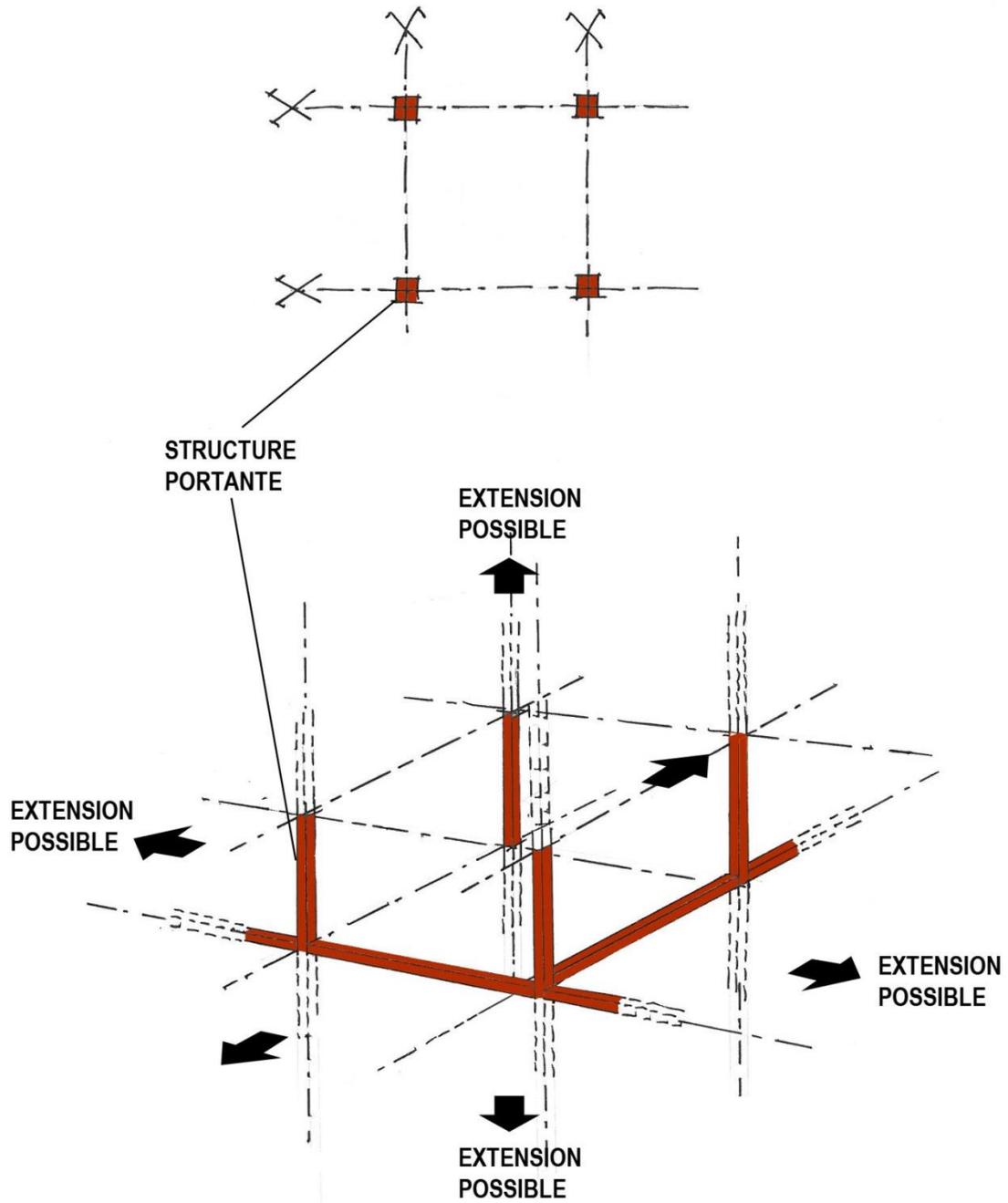
- Favoriser les systèmes constructifs systématiques (trames). Le recours à une trame facilite la compréhension de l'espace et favorise le développement. On peut reproduire une trame, la diviser, lui ajouter des  $\frac{1}{2}$  trames,... bref, la reproduire, la faire évoluer...
- Prévoir des parties démontables, des liaisons mais aussi des liaisonnements aisés en intégrant la possibilité d'un ancrage futur, en créant des ouvertures dans un mur porteur qui pourront être transformées en passage...
- Préférer l'utilisation de structures légères (acier, bois,...) ou de matériaux facilement démontables, réutilisables

Les croquis présentés montrent plusieurs systèmes porteurs évolutifs. En fonction des différentes configurations, la flexibilité du bâtiment sera accrue ou amoindrie. Le système poteau / poutre offre une grande possibilité d'adaptation. Il permet un cloisonnement intérieur souple et modifiable sans mettre en danger la stabilité du bâtiment.

Exemples de systèmes constructifs reproductibles :







#### e. Au niveau de l'enveloppe d'un bâtiment

Selon les éléments porteurs définis, l'enveloppe est plus ou moins perméable et évolutive. (Se reporter au chapitre précédent)

On considèrera ici l'enveloppe comme un habillage, sans rôle structurel porteur.

- Imaginer des enveloppes déjà démontables
  - ex : BIL TA GARBI Le projet repose sur l'étude d'un système d'accroche de palettes bois en façade. La trame structurelle du bâtiment est calquée sur la dimension de la palette. Ainsi, aussi bien à l'intérieur, qu'à l'extérieur, le système constructif devient très vite identifiable et donc transformable, évolutif. Cette conception, n'a en rien minimisé l'architecture, au contraire.
- Prévoir des systèmes légers et indépendants : bois, murs rideaux
- Prévoir les liens structuraux avec la future structure (par exemple avec des platines ancrées et en attente, armatures en attente)
- Prévoir en façade là où seront prévus les cheminements des planchers existants aux nouveaux planchers.

#### f. Au niveau des aménagements intérieurs

La scénographie et les musées constituent une source riche d'apprentissage sur les espaces modulables. Au fil des expositions, l'espace évolue, se transforme par un jeu savant d'éléments mobiles.

C'est en s'inspirant de ces exemples que sont apparues quelques solutions techniques allant dans le sens du thème développé.

- Favoriser le cloisonnement / décroisonnement par
  - L'utilisation de cloisons démontables (bois, verre...).
  - La conception d'espaces ouverts : le mobilier peut créer le cloisonnement, les openspace constituent des espaces modifiables, ...
  - L'intégration de parois mobiles, sur roulettes, suspendues, sur rails (grâce à une trame prédéfinie qui va structurer l'espace), comme les rideaux, ou les parois japonaises... Tous ces éléments devront être des éléments indépendants des planchers.
- Traiter les éléments horizontaux de manière homogène et évolutive
  - En privilégiant l'uniformité de traitement des revêtements de sols ou plafonds par le biais de matériaux adaptés comme les résines (modifiables), sols collés, parquets (plus évolutifs que les carrelages).
  - En imaginant des parties démontables, comme par exemple des lames de plancher en sol qui se démontent (plancher sur lambourde) pour intégrer le pied de cloison ou des systèmes de lattes en plafond afin de faciliter les cheminements de câble.  
Cela implique que les éléments modulables sont des systèmes encastrables.

Dans les deux cas, ces systèmes entraînent des dimensions standardisées en trame à prévoir dès la conception.

- Regrouper les fluides de manière stratégique
  - Gaines techniques en position centrale pour pouvoir aménager autour ou alors en position totalement déportée, externe, indépendante (comme les goulottes de démolition) pour faciliter la maintenance et les interventions ultérieures à la fois sur ces éléments mais également sur les autres éléments intérieurs.

- Passer en « apparent »
  - Electricité : avoir des chemins de câbles, des équipements repositionnables
  - Chauffage : imaginer des appareils de chauffage modulable sur rails, intégrer les tuyaux en câbles comme éléments de décor et de conception architecturale
- Accepter d'autres formes de finitions
  - Privilégier les matériaux bruts
  - Mettre en évidence ces matériaux bruts (pas de peinture de finition par exemple)

De manière générale et pour simplifier notre approche, à l'échelle du bâtiment, on observe deux ensembles distincts :

- La partie « gros-œuvre » (fondations, maçonnerie, réseaux enterrés,...) constitue les éléments immuables des édifices. L'essentiel du travail pour s'inscrire dans la durée se situe à ce niveau. A travers plusieurs solutions techniques, la notion d'évolutivité peut s'intégrer dès la phase de conception.
  - Alléger autant que faire se peut l'impact de la structure sur l'ensemble du bâtiment
  - Dimensionner les éléments en vue de recevoir une surcharge éventuelle
  - Externaliser les blocs sanitaires de l'ensemble de la structure
  - Déposer les éléments et les transformer sur place en vue d'une nouvelle utilisation – Ex : maçonnerie broyée sur place et réutilisation des gravats pour constituer le hériçon d'une nouvelle construction (développé ci-après avec la recyclabilité)
- La partie « second-œuvre » (plâtrerie, menuiserie,...) est peut-être la plus génératrice de déchets. La problématique de diminution de déchets associée à ces ouvrages relève plus du thème suivant : la démontabilité, la recyclabilité.

Document écrit par l'Agence XB Architectes dans le cadre du **projet BAZED** (Bâtiment zéro Déchet).

Le projet BAZED a été cofinancé par les partenaires du projet et par l'ADEME dans le cadre du Programme *Déchets du BTP* 2012.

Partenaires :



(Coordinateur)  
**Centre Technologique de la  
Construction Durable NOBATEK**  
67 rue de Mirambeau  
64600 Anglet  
Tel. 05 59 03 61 29  
Mail. [contact@nobatek.com](mailto:contact@nobatek.com)  
M. Benjamin LACLAU



**Agence XB Architectes**  
16, Rue Charles FLOQUET  
64100 Bayonne  
Tel. 05 59 48 12 51  
Mail. [annecoyola@xb-architectes.com](mailto:annecoyola@xb-architectes.com)  
Mme Anne COYOLA



**ARMINES**  
60, boulevard Saint-Michel  
75272 Paris  
Tel. 01 40 51 90 50  
Mail. [bruno.peuportier@mines-paristech.fr](mailto:bruno.peuportier@mines-paristech.fr)  
M. Bruno PEUPORTIER

---