



Principes et solutions
pour **la Structure**

Les solutions présentées ont été regroupées selon les différentes thématiques abordées dans le projet Bazed :

- Conservation de l'existant
- Démontabilité
- Evolutivité
- Réutilisation
- Entretien-Maintenance

Ces solutions sont extraites d'observations, des éléments récoltés tout au long du projet, d'expériences personnelles, et de pathologies récurrentes qui peuvent entraîner une production de déchets importante au cours de la vie du bâtiment.

Certaines solutions sont également des suggestions et peuvent faire l'objet d'étude avant réalisation au regard des différentes normes et réglementations en vigueur.



Index

| | |
|----------------------------------|----|
| CONSERVATION DE L'EXISTANT | 4 |
| DEMONTABILITE | 8 |
| EVOLUTIVITE | 13 |
| REUTILISATION | 19 |
| ENTRETIEN /MAINTENANCE | 21 |

CONSERVATION DE L'EXISTANT

| LOTS CONCERNES | PRINCIPES | SOLUTIONS TECHNIQUES | REFERENCES/ COMMENTAIRES |
|--------------------------|---|---|---|
| TERRASSEMENT-FONDATION | Renforcer la structure existante pour reprendre des charges supplémentaires | Renforcement par application de matériau composite (fibres carbone, verre) ou par chemisage en béton armé | <i>Se référer à l'étude de sol qui évalue la nature des fondations à réaliser afin d'éviter de déstabiliser le bâtiment existant</i> |
| | | Mettre en œuvre des colonnes de jet grouting armées | <i>Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller Micropieux se présentant sous formes de tubes-gigognes. La colonne de béton est forée de quatre trous dans lesquels les tubes sont introduits puis scellés. Chaque colonne reprend 1 140 t d'efforts de compression, 570 t de traction et 270 t d'effort horizontal. Pour trouver le compromis optimal entre rigidité et élasticité, des essais dynamiques ont permis d'affiner la composition du béton de sol et le calibrage des armatures</i> |
| | Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment existant | Concevoir des fondations indépendantes | <i>Se référer à l'étude de sol Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (de nouveaux bâtiments en bois sont portés par des poteaux en bois qui repose sur des fondations indépendantes de celles de la Halle)</i> |
| GROS ŒUVRE - MAÇONNERIES | Vérifier la composition et l'état de conservation de la maçonnerie ou des éléments en béton | Mettre à nu les structures (à des endroits stratégiques) | <i>Cf. REX : Conservation- Brasserie Belle-Vue Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller (conservation de la structure poteau-poutre en béton) Cf. REX : Conservation- Centre de tri postal de Dax Cf. REX : Conservation- Maison Nodelais</i> |
| | | Identifier la cause de présence de fissures et les traiter si nécessaire | |
| | | Vérifier les ferrailages à l'aide d'un « ferroskan » | |
| | | Observer le bâti de proximité de la même époque encore dans son état d'origine ou en ruine afin de s'en servir comme modèle | |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | Renforcer la structure existante si nécessaire | Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension | <i>Permet une meilleure transmission de la charge. Avant de commencer les travaux, vérifier la disponibilité des éléments.</i> |
| | | Venir doubler la structure primaire | <i>Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller (Ajout d'un portique en béton au bâtiment existant pour soutenir le porte-à-faux de 12m + contreventement pour mise en conformité parasismique)</i> |
| | | Réalisation d'une nouvelle dalle en cas de surélévation | <i>Cf. REX : Conservation- Entrepôt seegmuller (Remplacement de la toiture par une nouvelle dalle en béton pour soutenir la nouvelle structure métallique)</i> |
| | Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment existant | Prévoir une structure indépendante du bâtiment d'origine. | <i>Vérifier que cette structure n'endommage pas la structure primaire. Faire intervenir des professionnels compétents (bureau d'étude/ bureau de contrôle) pour s'assurer de la faisabilité de la solution Cf. REX : Conservation- Cité centenaire Cf. REX : Conservation- Maison Nodelais (nouvelle desserte verticale accessible handicapée)</i> |
| | Ne pas fragiliser le mur existant lors de sa restauration | Eviter le nettoyage par sablage et pulvérisation d'eau à haute pression | <i>Préférer un nettoyage à la brosse ou à pulvérisation à basse pression</i> |
| | | Choisir les éléments d'isolation et de revêtement en fonction de la nature du mur pour éviter qu'il se dégrade. | <i>Mettre des matériaux perspirants sur les murs en pierre par exemple (éviter par exemple l'utilisation d'enduits au ciment) Cf. REX : Conservation- BYRRH</i> |
| Récupérer des éléments de maçonnerie | Réaliser une déconstruction sélective pour réemployer les éléments | <i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire (Récupération des soubassements en moellons de grés pour être réutilisés pour la construction de muret)</i> | |
| | Recycler et utiliser ces déchets inertes en granulats, remblais ou en éléments paysagers. | <i>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire (remblais des caves avec déchets inertes concassés) Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (remblais : 4000m3) Les granulats peuvent être utilisés en sous-couche routière. Des projets de recherches sont actuellement effectués pour réutiliser déchets de la construction inertes dans des bétons ou blocs de construction.</i> | |
| CONSTRUCTIONS BOIS OSSATURE - CHARPENTE | Vérifier la composition et l'état de conservation des éléments en bois | Mettre à nu les structures | <i>Intervenir si besoin, cf. ci-dessous</i> |
| | | Observer le bâti de proximité de la même époque encore dans son état d'origine ou en ruine afin de s'en | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | servir comme modèle | |
| | Renforcer la structure existante si nécessaire | Venir doubler la structure primaire | <i>Ajout de poutres/poteaux/ éléments de charpente supplémentaire</i> |
| | | Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension | <i>Permet une meilleure transmission de la charge. Cf. REX : Conservation- Darwin-friche militaire (charpente)</i> |
| | Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment existant | Prévoir une structure indépendante du bâtiment d'origine. | <i>Vérifier que cette structure n'endommage pas la structure primaire. Faire intervenir des professionnels compétents (bureau d'étude/ bureau de contrôle) pour s'assurer de la faisabilité de la solution</i> |
| | Ne pas fragiliser le mur existant lors de sa restauration | Choisir les éléments d'isolation et de revêtement en fonction de la nature du mur pour éviter qu'il se dégrade. | <i>Mettre des matériaux perspirants sur les murs en bois (éviter par exemple l'utilisation d'enduits au ciment)</i> |
| | Réemployer les éléments de structure récupérés | Créer de nouvelles structures | <i>Cf. REX : Conservation- Maison à Ottignies (bois utilisé pour la cabane du jardin)</i> |
| Créer des cloisons, murs de séparations non porteurs | | | |
| Créer différents types de mobilier | | <i>Bancs, meubles, supports d'étagère....</i> | |
| CONSTRUCTIONS METALLIQUES OSSATURE - CHARPENTE | Pouvoir vérifier la composition et l'état de conservation des éléments métalliques | Mettre à nu les structures | <i>Cf. REX : Conservation- Halle Pajol Cf. REX : Conservation- L'athénée royal Riva Bella</i> |
| | | Observer le bâti de proximité de la même époque encore dans son état d'origine ou en ruine afin de s'en servir comme modèle | |
| | Renforcer la structure existante si nécessaire | Venir doubler la structure primaire | <i>Ajout de poutres/poteaux/ éléments de charpente supplémentaire Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (ajout de profilés pour adapter le bâtiment au nouveau programme)</i> |
| | | Substituer les éléments abimés par des éléments de même nature et de même dimension | <i>Permet une meilleure transmission de la charge</i> |
| Concevoir une nouvelle structure à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment existant | Prévoir une structure indépendante du bâtiment d'origine. | <i>Vérifier que cette structure n'endommage pas la structure primaire. Faire intervenir des professionnels compétents (bureau d'étude/ bureau de contrôle) pour s'assurer de la faisabilité de la solution</i> | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | <p>Cf. REX : Conservation- Cité centenaire (ajout d'une structure métallique pour les balcons)</p> <p>Cf. REX : Conservation- Halle Pajol (Nouveaux bâtiments construits en bois indépendants de la structure d'origine)</p> |
| | Réemployer les éléments de structure récupérés | Créer de nouvelles structures | |
| | | Créer des cloisons, murs de séparations non porteurs | |
| | | Créer différents types de mobilier | <i>Bancs, meubles, supports d'étagère....</i> |

| LOTS CONCERNES | PRINCIPES | SOLUTIONS TECHNIQUES | REFERENCES/ COMMENTAIRES |
|--------------------------------|--|---|---|
| TERRASSEMENT-FONDATION | Limiter l’empreinte sur le site de construction avec des fondations amovibles <i>(peu compatible avec constructions lourdes)</i> | Pilotis enfoncés dans le sol | <i>Démontables lors de la déconstruction</i> Cf. REX : Démontabilité-Marie Short house , |
| | | Eléments d’ancrages vissables, pieux vissés | <i>Démontable par dévissage</i> Cf. Fiche matériau 45,54, 79 |
| | | Technologie de fondation à faible impact | <i>Enlevable par soulèvement</i> Cf. Fiche matériau 106 |
| GROS ŒUVRE – MAÇONNERIES BETON | Utiliser le moins possible la voie « humide » pour les éléments porteurs | Eléments préfabriqués fixés mécaniquement (boulons, barrettes métalliques, tige filetée...) | <i>Démontage par étape, selon les différents composants du bâtiment (notice de démontage)</i> Cf. Fiche matériau 83, 84, 102 |
| | | Privilégier le système poteaux poutres | <i>Limite les passages traversant / sections de réseaux et donc facilite le démontage.</i> ... |
| | Privilégier les assemblages mécaniques aux liaisons chimiques pour les maçonneries de petits éléments et liaisons avec les planchers | Empilement des éléments à sec (emboitement) | <i>Facilite la récupération</i> Cf. Fiche matériau 105 |
| | | Utiliser la liaison par post-tension | <i>Maçonnerie sans joints relié par des armatures post-tendus (système en cours de développement)</i> |
| | | <i>Solution de maçonnerie et de plancher démontables DEMODULOR</i> | |
| | Prévoir une structure béton démontable | Privilégier les structures béton poteaux poutres | <i>Permet une plus grande adaptabilité et prévision d’éléments rattachés démontables</i> |
| | | Privilégier les éléments préfabriqués | <i>Réduit les déchets en fabrication et facilite l’usage d’assemblages mécaniques</i> |
| | | Utiliser des assemblages mécaniques entre éléments préfabriqués : platines métalliques boulonnées | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | Utiliser des joints secs entre éléments adjacents | <i>Permet de ne pas dégrader les éléments au moment du démontage.</i> |
| | Rendre les assemblages visibles et accessibles | Ne pas dissimuler les assemblages. Soigner les assemblages pour les rendre esthétiquement acceptables > platines et boulons métalliques | |
| | Réduire le nombre d'assemblage | Privilégier des assemblages plus gros et moins nombreux que l'inverse. | <i>Réduit le temps de démontage et améliore la rentabilité des travaux</i> |
| | Choisir des assemblages démontables avec des outils courants | Privilégier les écrous ou visse à tête communs | |
| CONSTRUCTIONS BOIS <i>OSSATURE - CHARPENTE</i> | Simplifier la structure et la forme = Faciliter le démontage pour être économiquement rentable | Structure poteaux-poutres à trame répétitive | <i>Facilite le travail de démontage (répétions) Facilite le réemploi (si les éléments sont en quantité suffisante.) Cf. REX : Démontabilité-Bureaux d'Alberto Mozo</i> |
| | | Réduction du nombre de montants dans le cas d'une ossature | <i>Permet de diminuer les découpes et donc les pertes Facilite le travail de démontage (moins d'éléments) Cf. REX Démontabilité-Chartwell School</i> |
| | | Utilisation d'éléments répétitifs pour la charpente (dimension, espacement...) | <i>Facilité de réemploi quand les éléments sont en quantité suffisante Possibilité de récupérer la charpente dans sa globalité Démontage possible des différents éléments Cf. REX Démontabilité-Chartwell School, Démontabilité-Théâtre Jean Claude Carrière</i> |
| | Utiliser des assemblages structurels réversibles et accessibles | Fixation par emboitement/ Autres éléments en bois | <i>Attention à la possibilité de déformation des pièces en bois dans le temps Cf. Fiche matériau 7, 17, 58, 59</i> |
| | | Eléments métalliques/ Platines/ Boulons/ sabots | <i>Nécessite peu de matériel pour être démonté. Doit être étudié esthétiquement Cf. REX Démontabilité-Chartwell School, Démontabilité-XX Office Building Cf. Fiche matériau 14,17, 48, 60, 73, 74, 76, 77, 102,110</i> |
| | | Fixation par électro-aimant réversible. | <i>Invisible. Démontable avec une visseuse. Attention cher</i> |

| | | |
|---|---|---|
| | | et impact environnemental pour la fabrication Cf. Fiche matériau 52 |
| | Fixation par vis filetée et anneau métallique thermo-réactif | Démontage par chauffage de l'assemblage. Attention au temps de démontage Cf. Fiche matériau 98 |
| Raisonnement par système de couches | Séparer les éléments et travailler sur des mono matériaux | Pour éléments verticaux et horizontaux Cf. Fiche matériau 40 |
| | Préférer des isolants rigides ou semi-rigides | Plus facilement dépendants et démontables |
| Utiliser des panneaux porteurs modulaires facilement démontables et réutilisables | Préfabrication de panneaux et assemblages sur chantier | Liaisons accessibles et visibles. Plusieurs fonctionnalités possibles (isolation, étanchéité eau/air, revêtement int/ext ...) Panneau réutilisable dans leur totalité et parfois séparation des différentes couches possibles Cf. REX : Démontabilité-Open 1 house , Démontabilité-Théâtre Jean Claude Carrière |
| | Utilisation d'éléments répétitifs, de même dimension. | Facilite le réemploi Facilite le travail de démontage (répétitions) Liaison entre les panneaux facilement démontables ou Démontables |
| | Assemblages indirectes des panneaux | Connecteurs interchangeables et indépendants des composants Cf. Fiche matériau 39 |
| | Utilisation de panneaux structuraux isolés (SIP) si réutilisation envisagée et démontabilité des différentes couches du panneau simple. | Réutilisables en éléments entiers Pour mur et toiture Liaison avec des joints visibles pour faciliter le démontage Cf. REX : Démontabilité-Case Study Home , Démontabilité-Chartwell School Cf. Fiche matériau 36 |
| Utiliser des modules 3D en bois empilables et déplaçables | Utilisation d'éléments répétitifs, de même dimension | Structure en ossature, en poteaux-poutres, en CLT... Facilite le réemploi Limite les découpes, plus rentables |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | | Fixation réversibles des différents modules entre eux. | <i>Eléments métalliques/ Boulons / Pièces spécifiques Possibilité de démonter et déplacer les modules sur un autre site (jeu de lego)</i> |
| | Empiler les éléments en minimisant voir en supprimant les fixations | Rondins, Eléments de petites dimensions | <i>Cf. Fiche matériau 38</i> |
| CONSTRUCTIONS METALLIQUES <i>OSSATURE - CHARPENTE</i> | Simplifier la structure et la forme = Faciliter le démontage pour être économiquement rentable | Structures poteaux-poutres à trame répétitive | <i>Facilite le travail de démontage (répétions) Facilite le réemploi (si les éléments sont en quantité suffisante)</i> |
| | | Réduction du nombre de montants dans le cas d'une ossature | <i>Permet de diminuer les découpes et donc les pertes Facilite le travail de démontage (moins d'éléments) Cf. REX Démontabilité- Intelligent Workplace</i> |
| | | Utiliser des éléments répétitifs pour la charpente (dimension, espacement...) | <i>Facilité de réemploi quand les éléments sont en quantité suffisante Possibilité de récupérer la charpente dans sa globalité Démontage possible des différents éléments Cf. REX Démontabilité- Intelligent Workplace</i> |
| | Utiliser des assemblages structurels réversibles et accessibles | Boulons/Tiges filetées/Emboitement/autres éléments métalliques | <i>Nécessite peu de matériel pour être démonté Doit être étudié esthétiquement Cf. Fiche matériau 9, 10, 11, 12 13, 14, 15, 16, 17, 25, 73, 74, 76, 77,64 Cf. REX Démontabilité-Intelligent Workplace</i> |
| | | Fixation par électro-aimant réversible. | <i>Invisible. Démontable avec une visseuse. Attention cher et impact environnemental pour la fabrication Cf. Fiche matériau 52</i> |
| | | Fixation par vis filetée et anneau métallique thermo-réactif | <i>Démontage par chauffage de l'assemblage Cf. Fiche matériau 98</i> |
| | Raisonner par système de couches | Séparer les éléments et travailler sur des mono matériaux | <i>Pour éléments verticaux et horizontaux Cf. Fiche matériau 40</i> |
| | | Préférer des isolants rigides ou semi-rigides | <i>Plus facilement dépendants et démontables Cf. Fiche matériau 88</i> |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | Utiliser des panneaux porteurs modulaires facilement démontables et réutilisables | Utilisation de panneau préfabriqué à structure métallique | <i>Plusieurs fonctionnalités possibles (isolation, étanchéité eau/air, revêtement int/ext ...) Assemblage sur chantier. Panneau réutilisable dans leur totalité et parfois séparation des différentes couches possibles. Cf. Fiche matériau 71</i> |
| | | Utilisation d'éléments répétitifs, de même dimension | <i>Facilite le réemploi Facilite le travail de démontage (répétitions) Liaison entre les panneaux facilement démontables ou Démontables</i> |
| | | Assemblages indirects des panneaux | <i>Connecteurs interchangeables et indépendants des composants Cf. Fiche matériau 39</i> |
| | Utiliser des modules 3D en métal empilables et déplaçables | Utilisation d'éléments répétitifs, de même dimension | <i>Structure en ossature, en poteaux-poutres, avec des conteneurs.... Facilite le réemploi Cf. REX Démontabilité-Container City</i> |
| | | Fixation réversibles entre différents modules | <i>Éléments métalliques/ Boulons / Pièces spécifiques Possibilité de démonter et déplacer les modules sur un autre site (jeu de lego)</i> |

| LOTS CONCERNES | PRINCIPES | SOLUTIONS TECHNIQUES | REFERENCES/ COMMENTAIRES |
|--|---------------------------------------|---|--|
| TERRASSEMENT-FONDATION | Imaginer des fondations évolutives | Surdimensionner les fondations en vue de recevoir une charge supplémentaire | <i>Permet de s'étendre verticalement. Augmentation des sections des bétons ou de la taille des armatures.</i> |
| | | Favoriser les fondations type micro-pieux | <i>Autorisent les extensions sans toucher aux fondations d'origine</i> |
| | | Prévoir des fondations démontables | <i>Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Terrassement-Fondation Cf. REX Evolutivité- Marie Short House</i> |
| | Prévoir une future extension latérale | Doubler les fondations en intégrant dès le départ des systèmes déportés | <i>Permet de s'étendre latéralement</i> |
| | | Réaliser des fondations en attente | <i>Crée un surcoût à la construction mais permet des économies en fonctionnant en coût global. Cf. REX Evolutivité- Les Lodges</i> |
| | GROS ŒUVRE – MAÇONNERIES - BETON | Positionner et choisir les éléments porteurs de manière à pouvoir facilement changer l'espace intérieur | Favoriser les systèmes constructifs systématiques (trames). |
| Reposer les planchers sur les murs extérieurs pour des petites portées | | | <i>Permet de jouer plus facilement avec les volumes intérieurs si aucuns murs ne portent dans le bâtiment.</i> |
| Préférer une structure poteaux/poutres ou poteaux/dalles | | | <i>Permet une plus grande flexibilité dans l'aménagement intérieur. Cf. REX Evolutivité- Parking Saint-Roch</i> |
| Jouer sur les hauteurs de plancher pour une plus grande adaptabilité d'usage | | | <i>Cf. REX Evolutivité- Parking Saint-Roch Cf. REX Evolutivité- Wall-Mart Eco-Store</i> |
| Prévoir l'ajout d'éventuelle ouverture pour un apport optimal de lumière | | | <i>Qui s'adapte à l'usage du lieu.</i> |

| | | |
|--|---|--|
| | Privilégier les cheminements extérieurs, démontables et indépendants de la structure du bâtiment. Ex passerelles métalliques ou bois+métal. | |
| Créer un système modulaire et évolutif | Raisonner avec un système de travées régulières | <i>Permet de s'étendre facilement latéralement et limite les déchets en favorisant une préfabrication « standardisée »</i> |
| | Raisonner avec des modules 3D facilement déplaçables et repositionnables | <i>Il est souvent plus simple de penser les volumes/ modules le plus indépendamment possibles les uns des autres pour plus de flexibilité et moins de déchets, même si au départ on utilise plus de matière. Cf. REX Evolutivité- Les Lodges</i> |
| Prévoir dans la conception du bâtiment une surélévation future | Surdimensionner les éléments porteurs verticaux et horizontaux en vue de recevoir une charge supplémentaire | <i>Valable pour les porteurs verticaux et la dalle haute. Cela est possible en augmentant les sections ou en augmentant la taille et le nombre d'armature dans les éléments en béton par exemple. Cf. REX Evolutivité- Quinta Monroy</i> |
| | Prévoir de réemployer l'ancienne toiture terrasse comme dalle de plancher | <i>En sur dimensionnant la dalle (cf. Ci-dessus)</i> |
| | Prévoir les liens structuraux avec la future structure | <i>Par exemple avec des platines ancrées et en attente, armatures en attente</i> |
| | Utiliser des éléments démontables en toiture pour pouvoir réaliser une nouvelle dalle | <i>Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Structure Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Enveloppe</i> |
| | Prévoir l'emplacement d'un futur escalier/ascenseur pour accéder à l'étage supérieur | |
| | Prévoir une ouverture dans la dalle en béton pour accéder à l'étage | <i>Prévoir la trémie dans la dalle pour accéder à l'étage. A remplir d'un matériau isolant, recouverte d'un revêtement de plafond ou visible...</i> |
| Prévoir dans la conception du bâtiment une extension latérale | Utiliser des éléments démontables pour l'enveloppe du bâtiment dans le cas d'une façade non porteuse | <i>Pour une structure poteaux poutre ou poteau dalle. La façade peut être simplement déplacée si l'extension respecte une trame. Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Façades- Bardages</i> |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | | | Cf. REX Evolutivité- Marie Short House |
| | | Réaliser des ouvertures dans le cas d'un mur porteur pour accéder à l'extension | <i>L'ouverture sur l'extérieure se transformera en accès sur la nouvelle partie du bâtiment.</i> |
| | | Prévoir les liens structuraux avec la future structure | <i>Par exemple avec des platines ancrées et en attente, armatures en attente</i> |
| | | Prévoir un linteau dans la structure du mur existant afin de pouvoir positionner une nouvelle ouverture dans le cas d'une extension | <i>Ce linteau n'a pas pour vocation d'être visible sauf si traité dans l'esthétique générale.</i> Cf. REX Evolutivité- Chartwell School Cf. REX Evolutivité- Wall-Mart Eco-Store |
| | Utiliser des éléments et assemblages démontables | Voir partie « Démontabilité » de BAZED | |
| CONSTRUCTIONS BOIS <i>OSSATURE - CHARPENTE</i> | Positionner et choisir les éléments porteurs de manière à pouvoir facilement changer l'espace intérieur | Favoriser les systèmes constructifs systématiques (trames). | <i>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 ½ trames,... bref, la reproduire, la faire évoluer...</i> Cf. REX Evolutivité- La Girolle |
| | | Reposer les planchers sur les murs extérieurs pour des petites portées | <i>Permet de jouer plus facilement avec les volumes intérieurs si aucuns murs ne portent dans le bâtiment.</i> Cf. REX Evolutivité- Case Study Home |
| | | Préférer une structure poteaux/poutres ou poteaux/dalles | <i>Permet une plus grande flexibilité dans l'aménagement intérieur.</i> Cf. REX Evolutivité- Marie Short House Cf. REX Evolutivité- XX Office Buiding |
| | | Jouer sur les hauteurs de plancher pour une plus grande adaptabilité d'usage | <i>Selon l'usage du bâtiment les besoins en hauteur d'étage ne sont pas forcément les mêmes.</i> |
| | | Prévoir l'ajout d'éventuelle ouverture pour un apport optimal de lumière | <i>Qui s'adapte à l'usage du lieu.</i> Cf. REX Evolutivité- Wall-Mart Eco-Store |
| | | Privilégier les cheminements extérieurs, démontables et indépendants de la structure du bâtiment. Ex passerelles métalliques ou bois+métal. | |
| | | | |

| | | |
|--|--|--|
| Créer un système modulaire et évolutif | Raisonner avec un système de travées régulières | <p>Permet de s'étendre facilement latéralement et limite les déchets en favorisant une préfabrication « standardisée »</p> <p>Cf. REX Evolutivité- La Girolle</p> <p>Cf. REX Evolutivité- Marie Short House</p> |
| | Raisonner avec des modules 3D facilement déplaçables et repositionnables | <p>Il est souvent plus simple de penser les volumes/ modules le plus indépendamment possibles les uns des autres pour plus de flexibilité et moins de déchets, même si au départ on utilise plus de matière.</p> <p>Cf. REX Evolutivité- Les Lodges</p> |
| Prévoir dans la conception du bâtiment une surélévation future | Surdimensionner les sections des porteurs en bois ou utiliser des bois de qualité supérieure afin de pouvoir supporter une charge supplémentaire | Valable pour les porteurs verticaux et horizontaux |
| | Prévoir de réemployer l'ancienne toiture terrasse comme dalle de plancher | En sur dimensionnant la dalle (cf. Ci-dessus) |
| | Prévoir les liens structuraux avec la future structure | Par exemple avec des platines ancrées et en attente |
| | Utiliser des éléments démontables en toiture pour pouvoir réaliser une nouvelle dalle | <p>Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Structure</p> <p>Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Enveloppe</p> |
| | Prévoir l'emplacement d'un futur escalier/ascenseur pour accéder à l'étage supérieur | <p>Ainsi que le positionnement de l'accès dans la dalle haute.</p> <p>Cf. REX Evolutivité- Open 1 House</p> |
| Prévoir dans la conception du bâtiment une extension latérale | Utiliser des éléments démontables pour l'enveloppe du bâtiment dans le cas d'une façade non porteuse | <p>Pour une structure poteaux poutre ou poteau dalle. . La façade peut être simplement déplacée si l'extension respecte une trame.</p> <p>Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Façades- Bardages</p> <p>Cf. REX Evolutivité- Marie Short House</p> <p>Cf. REX Evolutivité- Open 1 House</p> |
| | Réaliser des ouvertures dans le cas d'un mur porteur pour accéder à l'extension | <p>L'ouverture sur l'extérieure se transformera en accès sur la nouvelle partie du bâtiment.</p> <p>Cf. REX Evolutivité- Les Lodges</p> |

| | | | |
|---|---|---|--|
| | | Prévoir les liens structuraux avec la future structure | <i>Par exemple avec des platines ancrées et en attente</i> |
| | | Prévoir un linteau dans la structure du mur existant afin de pouvoir positionner une nouvelle ouverture dans le cas d'une extension | <i>Ce linteau n'a pas pour vocation d'être visible sauf si traité dans l'esthétique générale.</i> |
| | Utiliser des éléments et assemblages démontables | Voir partie « Démontabilité » de BAZED | |
| CONSTRUCTIONS METALLIQUES <i>OSSATURE - CHARPENTE</i> | Positionner et choisir les éléments porteurs de manière à pouvoir facilement changer l'espace intérieur | Favoriser les systèmes constructifs systématiques (trames). | <i>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 ½ trames,... bref, la reproduire, la faire évoluer...</i> |
| | | Reposer les planchers sur les murs extérieurs pour des petites portées | <i>Permet de jouer plus facilement avec les volumes intérieurs si aucuns murs ne portent dans le bâtiment. Cf. REX Evolutivité- Intelligent Workplace</i> |
| | | Préférer une structure poteaux/poutres ou poteaux/dalles | <i>Permet une plus grande flexibilité dans l'aménagement intérieur.</i> |
| | | Jouer sur les hauteurs de plancher pour une plus grande adaptabilité d'usage | <i>Selon l'usage du bâtiment les besoins en hauteur d'étage ne sont pas forcément les mêmes.</i> |
| | | Prévoir l'ajout d'éventuelle ouverture pour un apport optimal de lumière | <i>Qui s'adapte à l'usage du lieu.</i> |
| | | Privilégier les cheminements extérieurs, démontables et indépendants de la structure du bâtiment. Ex passerelles métalliques ou bois+métal. | |
| | Créer un système modulaire et évolutif | Raisonner avec un système de travées régulières | <i>Permet de s'étendre facilement latéralement et limite les déchets en favorisant une préfabrication « standardisée » Cf. REX Evolutivité- Intelligent Workplace</i> |
| | | Raisonner avec des modules 3D facilement déplaçables et repositionnables | <i>Il est souvent plus simple de penser les volumes/ modules le plus indépendamment possibles les uns des autres pour plus de flexibilité et moins de déchets, même si au départ on utilise plus de matière. Cf. REX Evolutivité- Container City</i> |

| | | |
|--|---|---|
| Prévoir dans la conception du bâtiment une surélévation future | Surdimensionner les sections des porteurs en métal afin de pouvoir supporter une charge supplémentaire | <i>Valable pour les porteurs verticaux et horizontaux</i> |
| | Prévoir de réemployer l'ancienne toiture terrasse comme dalle de plancher | <i>En sur dimensionnant la dalle (cf. Ci-dessus)</i> |
| | Prévoir les liens structuraux avec la future structure | <i>Par exemple avec des platines ancrées et en attente</i> |
| | Utiliser des éléments démontables en toiture pour pouvoir réaliser une nouvelle dalle | Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Structure Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Enveloppe |
| | Prévoir l'emplacement d'un futur escalier/ascenseur pour accéder à l'étage supérieur | <i>Ainsi que le positionnement de l'accès dans la dalle haute</i> Cf. REX Evolutivité- Container City |
| Prévoir dans la conception du bâtiment une extension latérale | Utiliser des éléments démontables pour l'enveloppe du bâtiment dans le cas d'une façade non porteuse | <i>Pour une structure poteaux poutre ou poteau dalle. . La façade peut être simplement déplacée si l'extension respecte une trame.</i> Cf. Démontabilité- Solutions techniques – Façades- Bardages Cf. REX Evolutivité- Quinta Monroy |
| | Réaliser des ouvertures dans le cas d'un mur porteur pour accéder à l'extension | <i>L'ouverture sur l'extérieure se transformera en accès sur la nouvelle partie du bâtiment.</i> |
| | Prévoir les liens structuraux avec la future structure | <i>Par exemple avec des platines ancrées et en attente</i> |
| | Prévoir un linteau dans la structure du mur existant afin de pouvoir positionner une nouvelle ouverture dans le cas d'une extension | <i>Ce linteau n'a pas pour vocation d'être visible sauf si traité dans l'esthétique générale.</i> |
| Utiliser des éléments et assemblages démontables | Voir partie « Démontabilité » de BAZED | |

REUTILISATION

| LOTS CONCERNES | PRINCIPES | SOLUTIONS TECHNIQUES | REFERENCES/ COMMENTAIRES |
|---|--|--|---|
| TERRASSEMENT- FONDATION | Créer des fondations à partir d'éléments de récupération | Reconditionner des éléments en bois ou métal pour créer des pilotis | <i>Réaliser des tests et essais afin de vérifier leur aptitude structurelle et leur respect aux normes actuelles.</i> |
| | | Réaliser des fondations en béton à partir de granulats formés avec des déchets inertes | <i>Les éléments sont concassés et broyés à des dimensions spécifiques afin d'obtenir des caractéristiques techniques. Plusieurs travaux de recherches sont en cours.</i> |
| GROS ŒUVRE - MAÇONNERIES | Créer des éléments de maçonnerie à partir de matériaux provenant de la déconstruction de bâtiments | Réutiliser des éléments de maçonneries pour la construction de nouveaux murs ou cloisons | <i>Retirer toutes traces d'ancien mortier ou enduit pour partir sur des éléments « sains ». Vérifier la qualité et la quantité des éléments à récupérer. Réaliser des tests et essais si nécessaires Cf. REX : Réutilisation- Design for reuse primer</i> |
| | | Réaliser un béton ou bloc de maçonnerie à partir de granulats provenant d'éléments de récupération | <i>Les éléments sont concassés et broyés à des dimensions spécifiques afin d'obtenir des caractéristiques techniques. Plusieurs travaux de recherches sont en cours.</i> |
| | | Reconditionner les poteaux et poutres en béton pour créer une nouvelle structure | <i>Réaliser des tests et essais afin de vérifier leur aptitude structurelle et leur respect aux normes et réglementations actuelles. Cf. REX : Réutilisation- Design for reuse primer</i> |
| | Récupérer des éléments préfabriqués en bétons démontables | Réutiliser des modules 3D en bétons préfabriqués | <i>De nouveaux bâtiments sont réalisés à partir d'éléments 3D préfabriqués. Certains sont démontables et déplaçables pouvant servir dans le futur à créer de de nouveaux bâtiments.</i> |
| | | | |
| CONSTRUCTIONS BOIS OSSATURE - CHARPENTE | Récupérer des éléments de structure pour un usage identique | Reconditionner les bois de charpente pour créer de nouveaux éléments de structure | <i>Réaliser des tests et essais afin de vérifier leur aptitude structurelle. Vérifier la qualité et la quantité des éléments à récupérer Réutilisation dans de nombreux projets internationaux. Au stade expérimental en France. Cf. REX : Réutilisation- Design for reuse primer Cf. REX : Réutilisation- Old to new</i> |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | | Réutiliser les poteaux et poutres en bois massif ou lamellé- collés. | Réaliser des tests et essais afin de vérifier leur aptitude structurelle. Aux Etats-Unis, le bois est le matériau le plus souvent réutilisé. Il présente souvent de meilleure qualité que celui que l'on peut trouver sur le marché actuellement. Au stade expérimental en France Cf. REX : Réutilisation- Design for reuse primer Cf. REX : Réutilisation- Old to new |
| | | Réutiliser des éléments d'ossature bois ou l'ensemble des panneaux préfabriqués (ossature+ isolant+ étanchéité+ finition) | Réaliser des tests et essais afin de vérifier leur aptitude structurelle. Cf. REX : Réutilisation- Design for reuse primer Cf. REX : Réutilisation- Old to new |
| | | Réutiliser des modules 3D en bois préfabriqués | De nouveaux bâtiments sont réalisés à partir d'éléments 3D préfabriqués en ossature bois, poteaux-poutres ou CLT... Certains sont démontables et déplaçables pouvant servir à créer de de nouveaux bâtiments par un système d'emboîtement. |
| CONSTRUCTIONS METALLIQUES OSSATURE - CHARPENTE | Récupérer des éléments de structure pour un usage identique | Reconditionner les éléments pour créer de nouveaux éléments de structure en acier | Réaliser des tests et essais afin de vérifier leur aptitude structurelle. Pratiques utilisées dans de nombreux projets internationaux, peu de cas français. Cf. REX : Réutilisation- BedZED Dans ce projet, l'utilisation d'acier récupéré a couté 4% moins cher que s'il avait été neuf. Cf. REX : Réutilisation- Design for reuse primer |
| | | Réutiliser des panneaux préfabriqués modulaires à ossature métallique | Réaliser des tests et essais afin de vérifier leur aptitude structurelle. Le panneau peut être utilisé dans sa totalité ou seulement certaines couches si elles sont démontables. |
| | | Réutiliser des modules 3D en métal préfabriqués | De nouveaux bâtiments sont réalisés à partir d'éléments 3D préfabriqués en ossature poteaux-poutres ou avec des containers... Cf. REX : Réutilisation- Container-City Certains sont empilables et déplaçables pouvant servir à créer de de nouveaux bâtiments. |

ENTRETIEN / MAINTENANCE

| LOTS CONCERNES | PRINCIPES | SOLUTIONS TECHNIQUES | REFERENCES/ COMMENTAIRES |
|---|--|---|--------------------------|
| TERRASSEMENT-FONDATION | Respecter les prescriptions de mise en œuvre pour éviter les désordres et une dégradation prématurée | <i>DTU 13.11 : Fondations superficielles</i> | |
| | | <i>DTU 13.12 : Règles pour le calcul des fondations superficielles</i> | |
| | | <i>XP DTU 13.2 : Travaux de fondations profondes pour le bâtiment</i> | |
| | | <i>DTU 13.3 : Dallages - Conception, calcul et exécution</i> | |
| | Rendre accessible toutes les façades du bâtiment | Assurer une zone d'accès aux alentours du bâtiment | |
| | Pouvoir vérifier l'état des fondations et des planchers | Privilégier les vides sanitaires | |
| Pouvoir accéder aux équipements techniques et réseaux | Privilégier les vides sanitaires | | |
| GROS ŒUVRE - MAÇONNERIE | Respecter les prescriptions de mise en œuvre pour éviter les désordres et une dégradation prématurée | <i>NF DTU 21 : Exécution des travaux en béton</i> | |
| | | <i>NF DTU 22.1 : Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire</i> | |
| | | <i>NF DTU 23.1 : Murs en béton banché</i> | |
| | | <i>NF DTU 23.2 : Planchers à dalles alvéolées préfabriquées en béton</i> | |
| | | <i>NF DTU 23.3 : Ossatures en éléments industrialisés en béton</i> | |
| | | <i>Règles pro (2008) : Ouvrages en béton confectionné avec du granulats recomposé, béton de bâtiment de catégorie A ou B de résistance $\leq C25/30$</i> | |
| | | <i>NF DTU 20.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs</i> | |
| | | <i>NF DTU 20.12 : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité</i> | |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| | | NF DTU 20.13 : Cloisons en maçonnerie de petits éléments | | |
| | | NF DTU 26.2 : Chapes et dalles à base de liants hydrauliques | | |
| | Permettre de vérifier l'état du squelette et de détecter d'éventuels désordres | Concevoir des bâtiments où l'ossature est visible ou facilement accessible | | |
| | | Désolidariser les éléments porteurs et structurels de l'enveloppe | Fonctionner par système de couche démontable | |
| | | Travailler avec des aménagements intérieurs (revêtements, doublages...) démontables | Cf. Démontabilité- Solutions techniques - aménagement intérieur-second œuvre | |
| | Prévoir un support plus durable que son revêtement | Poser les carrelages et plancher sur des chapes durables, résistantes aux déformations et à la fissuration | | |
| | | Poser le revêtement directement sur la dalle | | |
| | Eviter les remontées capillaires par les fondations ou les pieds de murs | Respecter les solutions prescrites en fonction du site et du type de structure. Barrière anti capillarité, système par champ magnétique, protection des fondations. | | |
| | CONSTRUCTION BOIS | Respecter les prescriptions de mise en œuvre pour éviter les désordres et une dégradation prématurée | NF DTU 31.1 : Charpente et escaliers en bois | |
| | | | NF DTU 31.2 : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois | |
| NF DTU 31.3 : Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets | | | | |
| Permettre de vérifier l'état du squelette et de détecter d'éventuels désordres | | Concevoir des bâtiments où l'ossature est visible ou facilement accessible | | |
| | | Désolidariser les éléments porteurs et structurels de l'enveloppe | Fonctionner par système de couches démontables | |
| | | Travailler avec des aménagements intérieurs (revêtements, doublages...) démontables | Cf. Démontabilité- Solutions techniques - aménagement intérieur-second œuvre | |
| Eviter l'exposition trop fréquente à l'eau des éléments bois | | Prévoir des supports pierre, béton, métal en pied de poteau bois extérieur | | |
| | | Privilégier des débords de toit plus grands | | |

| | | | |
|-------------------------|--|---|--|
| | | Eviter les corniches trop grandes sur lesquelles il se crée du rejaillissement | |
| | Prévoir et se protéger des contre les insectes xylophages | Prévoir les protections et pièges en lien avec le risque de la zone. Réglementaire. Traitement du bois contre les insectes xylophages, pièges placés dans les fondations. | |
| | Eviter les risques de condensation à l'intérieur des parois. | Dans l'idéal étudier la distribution de t° à travers la paroi extérieure et identifier le point de rosée éventuel. Une isolation intérieure ou extérieure est généralement suffisante pour traiter le risque. Eviter les barrières brutales à la vapeur d'eau. | La condensation de l'humidité peut être due à un point de rosée et/ou une barrière à la vapeur d'eau. |
| CONSTRUCTION METALLIQUE | Respecter les prescriptions de mise en œuvre pour éviter les désordres et une dégradation prématurée | <i>NF DTU 32.1 : Charpente en acier</i> | |
| | Permettre de vérifier l'état du squelette et de détecter d'éventuels désordres | Concevoir des bâtiments où l'ossature est visible ou facilement accessible | |
| | | Désolidariser les éléments porteurs et structurels de l'enveloppe | <i>Fonctionner par système de couche démontable</i> |
| | | Travailler avec des aménagements intérieurs (revêtements, doublages...) démontables | <i>Cf. Démontabilité- Solutions techniques - aménagement intérieur-second œuvre</i> |
| | Facilité l'accès aux éléments à entretenir | Pouvoir refaire facilement les protections contre la corrosion des structures métalliques | <i>C'est souvent dans les parties confinées et inaccessibles que les protections se dégradent le plus rapidement</i> |

Document réalisé 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

M. Benjamin LACLAU



Agence XB Architectes

16, Rue Charles FLOQUET
64100 Bayonne

Tel. 05 59 48 12 51

Mail. 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

M. Bruno PEUPORTIER