

Guide BAZED

Aide à la conception de bâtiment « zéro déchet »



Rédacteurs :



Cadre :

Projet BAZED – Appel à projets
ADEME « Déchets du BTP »



Version :

Décembre 2015

Titre :

Guide BAZED - Aide à la conception de bâtiment « zéro déchet »

Version :

Décembre 2015. – 96 pages.

Auteurs :

NOBATEK (Benjamin Laclau & Laurène Felix), XB Architectes (Anne Coyola)

Cadre :

Guide réalisé dans le cadre du projet BAZED, lauréat de l'appel à projets « Déchets du BTP » 2012 de l'ADEME. Le guide est extrait du site internet www.bazed.fr, réalisé sur la base des travaux menés dans le projet BAZED.

Partenaires du projet BAZED :



Photo de la page de garde :

Siège BIL TA GARBI (Bayonne, 64) – Architecte : Agence XB Architecte – Maîtrise d'ouvrage : Syndicat mixte BIL TA GARBI.

Reproduction :

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Index

Préambule	5
Introduction	6
1. Bénéfices escomptés d'une conception préventive des déchets	7
2. Conception préventive des déchets et Certifications d'opérations	12
2.1. Certification HQE®	13
2.2. Certification BREEAM®	14
2.3. Certification LEED®	16
3. Organisation : actions par phases	19
4. Principes de conception préventive des déchets	22
4.1. Conservation de l'existant.....	24
4.1.1. Définitions.....	24
4.1.2. Concepts généraux	24
4.1.3. Critères de conservation de l'existant.....	27
4.1.4. Principes et solutions techniques.....	36
4.2. Chantier à faibles déchets.....	37
4.2.1. Principes de prévention des déchets	38
4.2.2. Principes de gestion des déchets	42
4.3. Réutilisation	45
4.3.1. Définition	45
4.3.2. Concepts généraux	45
4.3.3. Principes et solutions techniques.....	47
4.3.4. Idées de réutilisations	48
4.4. Entretien / Maintenance.....	52
4.4.1. Définitions.....	52
4.4.2. Concepts généraux	52
4.4.3. Principes et solutions techniques.....	54
4.5. Evolutivité	55
4.5.1. Définition	55
4.5.2. Evolution	55
4.5.3. Contraintes d'évolution d'un type de bâtiment à l'autre.....	59
4.5.4. Concepts généraux	67
4.6. Démontabilité	72

4.6.1.	Définition	72
4.6.2.	Concepts généraux	72
4.6.3.	Avantages et inconvénients de différents types de structures	74
4.6.4.	Notions complémentaires pour la conception des assemblages	75
4.6.5.	Principes et solutions techniques.....	80
5.	Enseignements issus de projets exemplaires	81
6.	Guides, outils et liens utiles	84
6.1.	Guides	84
6.1.1.	Guides et rapports en lien avec la conception préventive	84
6.1.2.	Guides sur la prévention et la gestion des déchets de chantiers	89
6.2.	Outils existants.....	93
6.3.	Liens utiles	94
	Index des tableaux et figures	96

Préambule

Le secteur du BTP est le deuxième producteur de déchets en France après l'agriculture avec plus de 350 Mt/an. Plus spécifiquement, le secteur du bâtiment génère plus de 37 Mt/an de déchets dont environ 90 % issus de la réhabilitation et démolition. Parallèlement, c'est l'un des plus importants consommateurs de ressources à l'échelle mondiale.

Par nécessité environnementale, le Grenelle de l'environnement, la Directive cadre déchets 2008/98/CE et dernièrement la Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (n°2015-992 du 17 août 2015) ont fixé des objectifs importants pour la réduction des déchets. Pour le secteur du BTP, ces objectifs à l'horizon 2020 sont principalement : 70 % de valorisation des déchets (réemployés, recyclés ou valorisés) et 60% des matériaux utilisés par les collectivités pour les chantiers routiers devront être issus de déchets.

Malgré les initiatives d'industriels, les actions d'institutionnels, l'évolution de la réglementation, le taux de valorisation des déchets du bâtiment est actuellement d'environ 50 % en France. L'approche générale actuelle, visant à se concentrer sur la bonne gestion et le traitement du déchet tel qu'il est produit a ses limites. Une approche amont intégrant la conception de bâtiment préventive des déchets apparaît indispensable pour éviter la production de déchets mais également faire en sorte que les déchets de toute façon produits soient recyclables en matière. Il est nécessaire de créer une dynamique de changement d'habitudes constructives et de fournir aux acteurs du secteur le maximum d'outils/informations permettant l'intégration de ces aspects en conception.

Le projet BAZED, son site internet et son guide s'inscrivent dans cette dynamique. Ils visent à fournir aux acteurs du secteur du bâtiment une aide à la conception de bâtiments préventive des déchets au travers de conseils d'organisation, de concepts/principes/solutions en lien avec la conservation de l'existant, le réemploi, la prévention en phase chantier, la démontabilité, l'adaptabilité et l'entretien maintenance. Ils donnent également des exemples de chantiers exemplaires pouvant servir de base d'inspiration, la liste des principaux guides et outils existants, ainsi que les autres sources d'informations utiles.

Notons enfin que BAZED considère la prévention des déchets comme les actions permettant de réduire les déchets à éliminer en incinération ou en enfouissement. Par rapport à la définition réglementaire du code l'environnement (Article L541-1-1) qui limite à la prévention stricto-sensu (ne pas générer de déchet), le concept est donc élargi aux actions permettant la recyclabilité des déchets générés.

Introduction

Un bâtiment produit des déchets tout au long de son cycle de vie. Il générera en effet des déchets : lors de sa mise en œuvre, lors des travaux d'entretien maintenance, lors de sa réhabilitation éventuelle et lors de sa démolition en fin de vie. La conception d'un bâtiment peut avantageusement prendre en compte toutes ces étapes du cycle de vie en vue d'y réduire les quantités de déchets mais également réaliser des économies financières et d'impacts environnementaux. Nous sommes alors dans une démarche de coût global (financier, environnemental et de quantité de déchets).

BAZED aborde plusieurs thématiques qui sont les bases de la conception pour la prévention des déchets. Ces thématiques peuvent cependant être choisies par une Maitrise d'Ouvrage et/ou une Maîtrise d'Œuvre principalement pour des considérations économiques, pratiques ou d'attractivité. Elles engendreront de fait une prévention des déchets.



Figure 1 : Thématiques traitées dans BAZED

Le guide présente :

- Les types de bénéfices pouvant être obtenus par une conception intégrant les thématiques précitées.
- Les liens entre une conception préventive et les principales certifications d'opérations (HQE®, BREEAM® et LEED®).
- Les actions spécifiques par acteur et par phase, de la programmation au chantier.
- Les concepts, principes et techniques de conception pour la prévention des déchets selon toutes les thématiques précitées.
- Un retour d'expérience global sur des projets exemplaires et les fiches de présentations de certains.
- Un recensement des guides, outils et liens utiles.

L'information contenue dans ce guide est également donnée dans le site www.bazed.fr.

1. Bénéfices escomptés d'une conception préventive des déchets

Une démarche de conception pour la prévention des déchets à travers une ou plusieurs thématiques d'actions peut apporter une série de bénéfices économiques, environnementaux et sociétaux, à court et à long termes. Certains bénéfices s'adressent directement à la Maîtrise d'Ouvrage ou la Maîtrise d'Œuvre, d'autres à l'environnement et la société de manière plus globale.

Les phases de conception optimisée et les principes constructifs particuliers peuvent entraîner des surcoûts à court terme pour le projet. Ils sont cependant récupérés dans une démarche de coût global et les bénéfices économiques à terme peuvent parfois être très significatifs.

L'importance des bénéfices économiques dépend d'un ensemble de facteurs tels que : le type de bâtiment, le contexte législatif actuel et futur, le tissu industriel et les conditions d'accès aux ressources. Un bâtiment de bureaux ou un hôpital trouvera par exemple un bénéfice plus important à une conception de bâtiment flexible. Une législation incitative sur les déchets et le réemploi ainsi que des aides éventuelles (ex. réduction d'impôts sur 28% de la valeur des éléments déconstruits donnés à des associations aux USA, la TGAP...) permettront une meilleure valorisation économique des efforts.

Conservation de l'existant

Pour la Maîtrise d'Ouvrage	De manière plus globale
<ul style="list-style-type: none"> - Conservation de la valeur patrimoniale du bâtiment. Aspect pouvant également être économiquement valorisable. - Economies financières sur les travaux par la conservation d'éléments construits (ex structure). Particulièrement intéressant pour les structures poteaux poutres. - Réduction des quantités des déchets et des coûts associés. - Obtention de crédits supplémentaires pour les certifications environnementales de bâtiments (HQE®, LEED, BREEAM®). - Réduction importante des impacts environnementaux du projet, préservation de l'énergie grise. - Réduction des nuisances liées au chantier. - Amélioration de la qualité de l'air intérieur (les produits ne sont plus émissifs). - Meilleure acceptation du chantier par les pouvoirs publics et le voisinage. - Valorisation de l'image du lieu et de la Maîtrise d'Ouvrage. - Dans certains cas, mise à profit de l'esthétique des matériaux anciens. - Réponse aux objectifs de politique environnementale publique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de l'impact environnemental global du projet et du secteur de la construction. - Préservation des ressources en matières premières non renouvelables. - Réduction des émissions de GES et des pollutions diverses (particules, poussières) liées aux travaux de démolition, au transport et au traitement des déchets, à la fabrication et au transport des produits neufs. - Réduction des quantités de déchets, des transports et des besoins en enfouissement. - Préservation de la mémoire patrimoniale collective. - Participation à la sensibilisation générale sur les aspects liés à la construction durable.

Réemploi

Pour la Maîtrise d’Ouvrage	De manière plus globale
<ul style="list-style-type: none"> - Economies financières sur la fourniture des matériaux, notamment si les éléments proviennent d’un bâtiment déconstruit appartenant à la même Maîtrise d’Ouvrage. - Obtention de crédits supplémentaires pour les certifications environnementales de bâtiments (HQE®, LEED, BREEAM®). - Valorisation de l’image de la Maîtrise d’Ouvrage démontrant une politique responsable et durable. - Pour une Maîtrise d’œuvre, différenciation des autres équipes de conception et atteinte des objectifs environnementaux de la Maîtrise d’Ouvrage. - Amélioration de la qualité de l’air intérieur (les produits ne sont plus émissifs). - Réduction des impacts environnementaux du projet. - Dans certains cas, mise à profit de l’esthétique des matériaux anciens. - Possibilité d’utiliser des matériaux qui ne sont plus sur le marché. - Facilités à intégrer des programmes d’aides. - Réponse aux objectifs de politique environnementale publique (réduction des GES, recyclage, réduction des déchets) 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de l’impact environnemental global du projet et du secteur de la construction. - Préservation des ressources en matières premières non renouvelables. - Préservation de l’énergie grise des éléments réemployés. - Réduction des émissions de GES et des pollutions diverses, liées à la production des produits neufs, de leur transport et de celui des déchets évités. - Structuration de la filière du réemploi par la création du besoin et des exutoires, et réduction progressive du prix des produits de déconstruction. - Amélioration de la rentabilité de la déconstruction face à la démolition. - Réduction des quantités de déchets du secteur de la construction et des besoins en enfouissement. - Création d’emplois. La déconstruction et les filières de gestion (reconditionnement, stockage, vente) des éléments déconstruits génèrent significativement plus d’emplois que la démolition et l’élimination/recyclage des déchets. - Atteinte des objectifs des politiques publiques sur la réduction des déchets enfouis et sur le recyclage.

Données sur la réduction d’émissions de CO₂ par l’usage de produits de réemploi plutôt que neufs :

(Source : WRAP Guide / Inventory of Carbon & Energy (ICE), G Hammond and Jones, Univ of Bath)

Élément	Réduction d’émissions de CO ₂
Bardage métallique	1.82 kgCO ₂ /kg
Structure métallique porteuse du bardage	8.53 kgCO ₂ /m ²
Ensemble du bardage métallique	100 kgCO ₂ /m ²
Ardoises	0.9 kgCO ₂ /m ² 58 kgCO ₂ pour 1000 tuiles
Tuiles en terre cuite	9 kgCO ₂ /m ² 1050 kgCO ₂ pour 1000 tuiles
Panneaux en bois feuillus	7.2 kgCO ₂ /m ² (ep 19 mm)
Panneaux en bois résineux	4.3 kgCO ₂ /m ² (ep 19 mm)
Porte en bois	33 kgCO ₂ /porte (hors fournitures)
Pavés en granit (au lieu d’un asphalt)	0.14 kgCO ₂ /kg ou 20 kgCO ₂ /m ²
Pavés en granit (au lieu d’un béton)	0.2 kgCO ₂ /kg ou 26 kgCO ₂ /m ²
Pavés en béton (au lieu d’un asphalt)	0.14 kgCO ₂ /kg ou 20 kgCO ₂ /m ²
Pierres de façade (à la place de nouvelles briques)	0.2 kgCO ₂ /kg ou 40 kgCO ₂ /m ²
Pierres de façade (à la place de nouvelles pierres importées)	0.7 kgCO ₂ /kg ou 488 kgCO ₂ /m ²
Moquette	4 kgCO ₂ /kg ou 10 kgCO ₂ /m ²

Tableau 1 : Exemples de réduction d’émissions de CO₂ par l’usage de produits de réemploi plutôt que neufs

Prévention en phase chantier

Pour la Maîtrise d’Ouvrage	De manière plus globale
<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des quantités des déchets et des coûts associés. - Amélioration des conditions de travail sur chantier. - Amélioration de la qualité globale de la mise en œuvre. - Obtention de crédits supplémentaires pour les certifications environnementales de bâtiments (HQE®, LEED, BREEAM®). - Réduction des impacts environnementaux du projet. - Réduction des nuisances liées au chantier (poussières, envoles, image, transports, salissure de la voie publique, etc). - Meilleure acceptation du chantier par les pouvoirs publics et le voisinage. - Valorisation de l’image de la Maîtrise d’Ouvrage. - Facilités à intégrer des programmes d’aides (ADEME par ex). - Réponse aux objectifs de politique environnementale publique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de l’impact environnemental global du projet et du secteur de la construction. - Préservation des ressources en matières premières non renouvelables. La prévention des déchets sur chantier implique généralement moins de gaspillage des matériaux (par dégradation préalable, erreurs) et l’optimisation des fabrications - Réduction des émissions de GES et des pollutions diverses (particules, poussières) liées au transport et au traitement des déchets. - Réduction des quantités de déchets, des transports et des besoins en enfouissement. - Participation à la sensibilisation générale sur les aspects liés à la prévention des déchets et à la construction durable. - Atteinte des objectifs des politiques publiques sur la réduction des déchets enfouis et sur le recyclage.

Entretien maintenance

Pour la Maîtrise d’Ouvrage	De manière plus globale
<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des coûts directs d’entretien maintenance à long terme : <ul style="list-style-type: none"> - Baisse des besoins de remplacement des matériaux/systèmes, - Baisse des coûts de main d’œuvre. - Baisse des coûts de fourniture en produits/consommables d’entretien maintenance. - Baisse des coûts d’élimination des déchets. - Réduction des quantités de déchets générés en phase d’usage. - Meilleure durabilité de la qualité des éléments du bâti. - Amélioration de la qualité de l’air intérieur et du confort. - Obtention de crédits supplémentaires pour les certifications environnementales de bâtiments. - Réduction des impacts environnementaux du projet. - Mise à profit de l’esthétique des matériaux bruts, de l’architecture minimaliste et des réseaux apparents. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de l’impact environnemental global du projet et du secteur de la construction. - Réduction des besoins en matières premières naturelles (par une meilleure durabilité des produits mis en œuvre). - Réduction des quantités de déchets, des transports et des besoins en enfouissement.

Adaptabilité

Pour la Maîtrise d’Ouvrage	De manière plus globale
<ul style="list-style-type: none"> - Meilleure utilisation de l’espace durant toutes les phases de la vie utile du bâtiment. - Augmentation des possibilités d’adaptation aux évolutions d’usage et aux augmentations d’effectifs, de membres dans la famille, etc. - Réduction des coûts des travaux liés aux changements d’usages. - Réduction des coûts des travaux obligatoires liés aux changements de réglementation (ex. Amiante, mise en conformité aux normes handicapés et électriques, obligations de rénovation thermique, etc). - Réduction des coûts des travaux pour l’intégration de nouvelles technologies (ex. système de ventilation, fenêtres actives, dispositifs électriques, etc) - Augmentation de la vie utile du bâtiment. - Valeur du bâtiment plus importante à la revente, notamment par la réduction des travaux nécessaires aux changements d’activités. - Facilités de revente du bâtiment et réduction des risques de démolition. - Obtention de crédits supplémentaires pour les certifications environnementales de bâtiments (HQE®, LEED, BREEAM®). - Réduction des quantités de déchets générées et des coûts associés lors des phases d’évolutions. - Pour une Maîtrise d’œuvre, différenciation des autres équipes de conception et atteinte des objectifs environnementaux et techniques de la Maîtrise d’Ouvrage. - Réduction des impacts environnementaux globaux du projet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la durée de vie des bâtiments et préservation de l’énergie grise. - Adaptation à une plus grande densité de personnes pour la même empreinte environnementale. - Réduction de l’impact environnemental global du projet et du secteur de la construction. - Préservation des ressources en matières premières non renouvelables. - Réduction des émissions de GES et des pollutions diverses, liées à la production des produits neufs, de leur transport et de celui des déchets évités. - Réduction des quantités de déchets du secteur de la construction et des besoins en enfouissement. - Préservation de la mémoire patrimoniale collective. - Atteinte des objectifs des politiques publiques sur la réduction des déchets enfouis et sur le recyclage.

A titre d’exemple, le LUMC Research Centre (Hopital et Centre de recherche) à Leiden en Allemagne a reçu un prix concernant la catégorie des bâtiments industriels flexibles et démontables. Ce bâtiment, principal hôpital de Leiden a des dynamiques de changements importantes. Le cabinet d’architecture EGM de Rotterdam a proposé des solutions de flexibilité durant la phase conception dont les principales sont :

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Espace extra pour les réseaux. - Réseaux et sous-réseaux complémentaires. - Démontabilité des parois verticales. - Voies d’évacuations additionnelles. - Plancher additionnel. - Adaptation des équipements de laboratoire. - Renforcement des conduites d’air. | <ul style="list-style-type: none"> - Renforcement des conduites de chauffage et de refroidissement. - Boîtiers de sols additionnels dans les laboratoires. - Systèmes de rails pour les conduites. - Système d’interrupteurs de lumières spéciaux. - Réserve de lignes de téléphone et de réseaux informatiques. |
|---|---|

L’ensemble de ces mesures a eu un **coût supplémentaire pour les travaux de 5 091 000 € soit 8% du coût total des travaux.**

Les études de rentabilité ont comparé les coûts des travaux nécessaires pour les futures adaptations avec et sans mesures de flexibilité. Les économies estimées sont de 25 500 € par module de 25 m² soit 1 202 €/m². L’hôpital rénove environ 10 % de ses surfaces chaque année (15 588 m² sur 6 étages dont 8 676 m² de surface utile) soit 867.6 m²/an.

Le retour d’investissement (5 091 000 €) est de 6 ans et les économies sur 30 ans sont d’environ 25 000 000 €.

(source : Transformable Building Structures by Elma Durmisevic)

Démontabilité

Pour la Maîtrise d'Ouvrage	De manière plus globale
<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des coûts des travaux liés aux changements d'usages. Meilleure adaptabilité du bâtiment. - Réduction des coûts d'entretien maintenance en facilitant l'accès aux équipements et éléments, et le changement des éléments défectueux. - Réduction des coûts des travaux obligatoires liés aux changements de réglementation (ex. Amiante, mise en conformité aux normes handicapés et électriques, obligations de rénovation thermique, etc). - Réduction des coûts des travaux pour l'intégration de nouvelles technologies (ex. système de ventilation, fenêtres actives, dispositifs électriques, etc) - Réduction des coûts lors de la construction en cas d'erreurs ou de changements en cours de chantier. - Augmentation de la vie utile de certains éléments et du bâtiment. La durée de vie réduite d'un élément n'entraîne pas la démolition d'autres éléments adjacents plus durables. - Utilisation optimisée des matériaux. - Valeur du bâtiment plus importante à la revente, notamment par la réduction des travaux nécessaires aux changements d'activités, et à la gestion de la fin de vie du bâtiment. - Facilités de revente du bâtiment et réduction des risques de démolition complète. - Obtention de crédits supplémentaires pour les certifications environnementales de bâtiments. - Réduction des quantités de déchets générées et des coûts associés lors des phases d'évolutions et en fin de vie du bâtiment. - Eviter les éventuelles futures taxes ou pénalités liées à la génération de déchets de son bâtiment. - Amélioration de la qualité de l'air dans le bâtiment. - Meilleure acceptation du chantier par les pouvoirs publics et le voisinage. - Valorisation de l'image de la Maîtrise d'Ouvrage. - Facilités à intégrer des programmes d'aides. - En fin de vie du bâtiment, possibilité de revente des éléments, réduction des coûts de déconstruction, réduction des nuisances du chantier de démolition/déconstruction. - Possibilité de réemploi des éléments déconstruits sur un autre bâtiment. - Pour une Maîtrise d'œuvre, différenciation des autres équipes de conception et atteinte des objectifs environnementaux et techniques de la MOA. - Réduction importante des impacts environnementaux globaux du projet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la durée de vie des bâtiments et préservation de l'énergie grise. - Réduction de l'impact environnemental global du projet et du secteur de la construction. - Préservation des ressources en matières premières non renouvelables. - Réduction des émissions de GES et des pollutions diverses, liées à la production des produits neufs, de leur transport et de celui des déchets évités. - Réduction des quantités de déchets du secteur de la construction et des besoins en enfouissement. - Amélioration du potentiel de réemploi et de recyclage des éléments en réduisant leurs liaisons définitives. - Structuration de la filière du réemploi. - Création d'emplois. La déconstruction et les filières de gestion (reconditionnement, stockage, vente) des éléments déconstruits génèrent significativement plus d'emplois que la démolition et l'élimination/recyclage des déchets. - Génération d'éléments de « seconde main » et à faible prix bénéficiant aux populations à faible revenus. - Amélioration de la rentabilité de la déconstruction face à la démolition et développement du métier de la déconstruction. - Atteinte des objectifs des politiques publiques sur la réduction des déchets enfouis et sur le recyclage.

2. Conception préventive des déchets et Certifications d'opérations

A l'échelle internationale, les trois principales certifications de performances environnementales de projets de bâtiments sont les certifications HQE[®], BREEAM[®] et LEED[®].



BREEAM[®]



La certification majoritaire en France est la certification HQE[®] de par son origine française, cependant les certifications BREEAM[®] et LEED[®] se démocratisent peu à peu. La certification BREEAM[®] a été proposée par le BRE¹ en Angleterre dès 1990 et est utilisée dans plus de 50 pays. La certification LEED[®] a été lancée en 1998 aux Etats Unis par l'USGBC². Cette dernière est présente dans plus de 40 pays.

Les référentiels de ces trois certifications prennent en compte un ensemble de démarches environnementales liées à l'énergie, la gestion des ressources, le Management, la santé et le confort, la gestion de l'eau, la maîtrise des pollutions, le transport, **les déchets**, l'innovation et la maîtrise de l'impact environnemental global via l'usage d'outils ACV.

Une démarche globale en conception pour la prévention des déchets aura un impact significatif pour l'obtention d'une certification HQE[®], BREEAM[®] ou LEED[®] et/ou l'atteinte de leurs niveaux supérieurs.

Ces certifications permettent de valoriser les efforts environnementaux consentis pour le projet, valoriser la politique volontariste de la Maîtrise d'Ouvrage et la technique de la Maitrise d'Œuvre. Elles permettent également en phase conception d'orienter et cadrer les efforts.

Les points ou crédits obtenus le sont de manière directe (prévention des déchets sur chantier, réutilisation de la structure existante) et indirecte (réduction de l'impact environnemental via la réutilisation de matériaux).

Dans tous les cas, l'obtention d'une certification ne peut être obtenue simplement avec une approche « zéro déchet ». En effet, les référentiels de certification étudiés prennent en compte un ensemble de démarches environnementales (liées à l'énergie, la pollution, l'ACV, le transport...) et répartissent les crédits/points à allouer.

Enfin, LEED[®] et BREEAM[®] semblent proposer des actions plus concrètes que la certification HQE[®].

¹ Building Research Establishment

² United-State Green Building Council

2.1. Certification HQE®

Haute qualité Environnementale

Site du gestionnaire de la certification : <http://assohqe.org/hqe/spip.php?rubrique45>

La certification HQE® se décompose en **14 cibles** qui elles-mêmes sont divisées en sous-cibles et en préoccupations.

L'évaluation de l'atteinte d'une cible en certification HQE™ se déroule de la manière suivante :

- Niveau **BASE** : une cible atteint le niveau BASE que si toutes les préoccupations atteignent les exigences définies pour ce niveau.
- Niveau **PERFORMANT** : une cible atteint le niveau PERFORMANT si toutes les exigences du niveau BASE et PERFORMANT sont remplies.
- Niveau **TRES PERFORMANT** : une cible atteint le niveau TRES PERFORMANT si d'une part le niveau PERFORMANT est atteint et d'autre part si le projet obtient un nombre minimal de points TP (obtenus par l'accomplissement de critères).

Pour qu'un bâtiment soit certifié, il doit présenter à minima **3 cibles au niveau TRES PERFORMANTS, 4 au niveau PERFORMANT et 7 au niveau BASE.**

Valorisation d'une démarche de prévention des déchets en certification HQE® :

La mise en place d'une démarche forte de prévention des déchets peut avoir un impact très significatif sur l'obtention de la certification. Elle ne doit cependant pas être isolée.

Les 5 principales familles d'actions liées à la prévention des déchets (conception et organisation) et directement valorisables dans les cibles de la certification HQE® sont :

- Démontabilité de l'ouvrage
- Calepinage / réduction des chutes
- Organisation de chantier / filières de tri et de recyclage
- Récupération des produits et procédés sur site
- Choix de produits pour un bilan déchets (ACV) réduit

Points potentiels sur 6 cibles du référentiel :

Cible	Points potentiels
Cible 1 : Intégration du bâtiment à son environnement immédiat.	0 points
Cible 2 : Choix des systèmes et procédés constructifs.	8 points / 12 nécessaires à l'obtention du niveau TP
Cible 3 : Chantier à faibles impacts environnementaux.	17 points / 13 nécessaires à l'obtention du niveau TP
Cible 4 : Gestion de l'énergie.	4 points / 13 nécessaires à l'obtention du niveau TP
Cible 5 : Gestion de l'eau.	6 points / 12 nécessaires à l'obtention du niveau TP
Cible 7 : Maintenance et pérennité des systèmes.	0 points

Tableau 2 : Points potentiels en certification HQE®

2.2. Certification BREEAM®

BRE Environmental Assesment Method.

Site officiel de la certification : <http://www.breeam.org/>

La certification BREEAM® en France repose sur 2 référentiels en vigueur aujourd’hui : BREEAM Europe Commercial 2009 et BREEAM International New construction 2013. Ces référentiels comprennent respectivement 69 et 52 critères répartis en 9 grandes catégories :

- management,
- santé et confort,
- énergie,
- transport,
- eau,
- matériaux,
- déchets,
- usage des sols et écologie,
- pollution.

Pour être certifié BREEAM®, un projet de construction ou de rénovation doit répondre :

- A **des crédits obligatoires** sur certaines catégories (à l’équivalence des exigences de Base de la certification HQE).
- A un **minimum de 30% des crédits** disponibles obtenus sur chacune des catégories. Pour obtenir ces crédits, le maître d’ouvrage est libre de les choisir dans n’importe quelle catégorie.

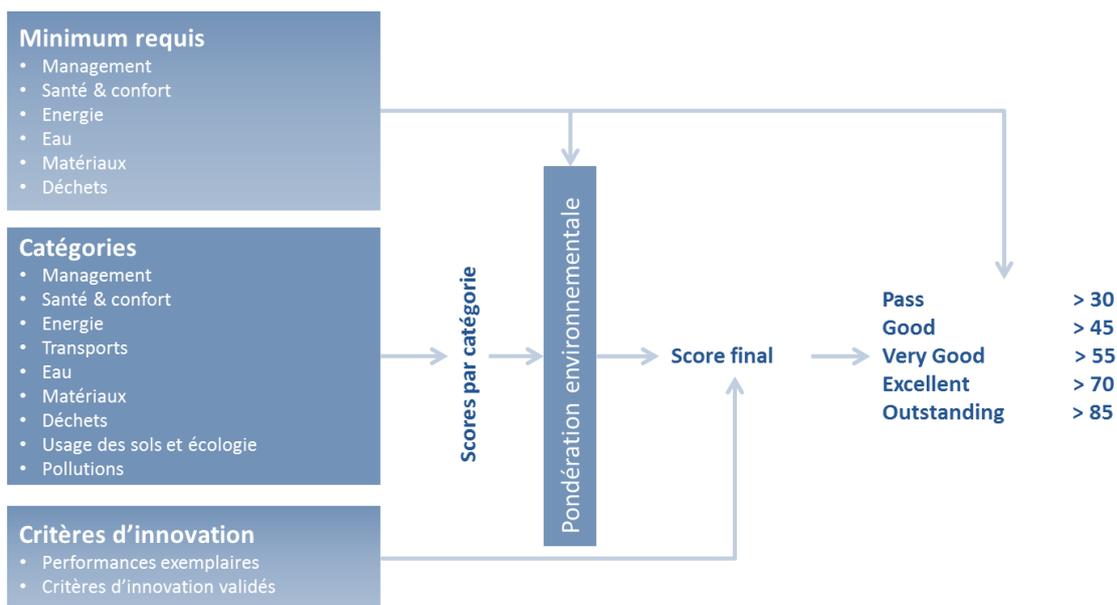


Figure 2: Processus de certification BREEAM®

Prévention des déchets et Certification BREEAM :

La prévention des déchets est valorisée à travers 3 catégories de la certification BREEAM :

- la thématique **Management** présente un critère sur la gestion environnementale du chantier,
- le thème **déchets** comporte un critère sur la gestion des déchets de chantier,
- la partie **matériaux** définit des critères sur la réalisation d’une analyse de cycle de vie, sur l’approvisionnement responsable des matériaux et sur la réutilisation de façade et structure existante en cas de rénovation.

CRITERES BREEAM® référentiel 2009		CRITERES BREEAM® référentiel 2013	
MAN 03	Impact du chantier	MAN 02	Pratiques de construction responsable
MAT 01	Caractéristiques des matériaux	MAT 01	Impact du cycle de vie
MAT 03	Réutilisation de façade	MAT 03	Approvisionnement responsable des matériaux
MAT 04	Réutilisation de structure	MAT 05	Conception pour la durabilité
MAT 05	Approvisionnement responsable des matériaux	WST 01	Gestion des déchets de chantier
MAT 07	Conception pour la durabilité	WST 04	Revêtements du sol et faux plafonds
WST 01	Gestion des déchets de chantier		
WST 06	Revêtement de sol		

Tableau 3 : Catégories traitant des déchets dans les référentiels 2009 et 2013

La certification BREEAM aborde la prévention des déchets à 3 échelles :

- Une échelle très générale au travers de l'exigence d'une analyse en cycle de vie et qui cherche donc à optimiser l'impact environnemental du produit à toutes les étapes du cycle de vie. La prévention des déchets y est donc intégrée mais noyée au milieu de tous les autres impacts.
- Une échelle très centrée sur la prévention des déchets au moment du chantier avec le critère dédié à la gestion des déchets de chantier, notamment la sous-partie sur la prévention des ressources.
- Une échelle très concrète avec une série de 4 critères spécifiques:
 - o la réduction de déchets de façade,
 - o la réduction de déchets de structure,
 - o la réduction de déchets de maintenance des zones exposées à l'usure,
 - o la réduction des déchets de sols et plafonds en cas de choix inadapté de matériaux (ne convenant pas au locataire par exemple).

Les tableaux ci-dessous synthétisent les crédits qui peuvent être obtenus grâce à la mise en place d'une démarche de conception sans déchet de type BAZED.

CRITERES BREEAM® référentiel 2009		Crédits BREEAM en lien avec une démarche BAZED
MAN 03	Impact du chantier	2 / 4 CREDITS
MAT 01	Caractéristiques des matériaux	2 / 4 CREDITS
MAT 03	Réutilisation de façade	1 / 1 CREDIT
MAT 04	Réutilisation de structure	1 / 1 CREDIT
MAT 05	Approvisionnement responsable des matériaux	3 / 3 CREDITS
MAT 07	Conception pour la durabilité	1 / 1 CREDIT
WST 01	Gestion des déchets de chantier	2 / 3 CREDITS
WST 06	Revêtement de sol	1 / 1 CREDIT
8 critères sur 69		13/ 119 CREDITS

CRITERES BREEAM® référentiel 2013		Crédits BREEAM en lien avec une démarche BAZED
MAN 02	Pratiques de construction responsable	0,1 / 2 CREDIT
MAT 01	Impact du cycle de vie	2 / 5 CREDITS
MAT 03	Approvisionnement responsable des matériaux	3 / 3 CREDIT
MAT 05	Conception pour la durabilité	1 / 1 CREDIT
WST 01	Gestion des déchets de chantier	2 / 3 CREDITS
WST 04	Revêtements du sol et faux plafonds	1 / 1 CREDIT
6 critères sur 52		7/ 109 à 146 CREDITS

Tableau 4 : Crédits potentiels en certification BREEAM®

2.3. Certification LEED®

Leadership in energy and Environmental Design.

Site officiel de la certification: <http://www.usgbc.org/leed>

LEED® est une certification américaine mais utilisée dans de nombreux pays, dont la France. Comme pour la certification Haute Qualité Environnementale française, elle permet de qualifier la performance environnementale de projets de construction, de rénovation ou d'exploitation de bâtiment.

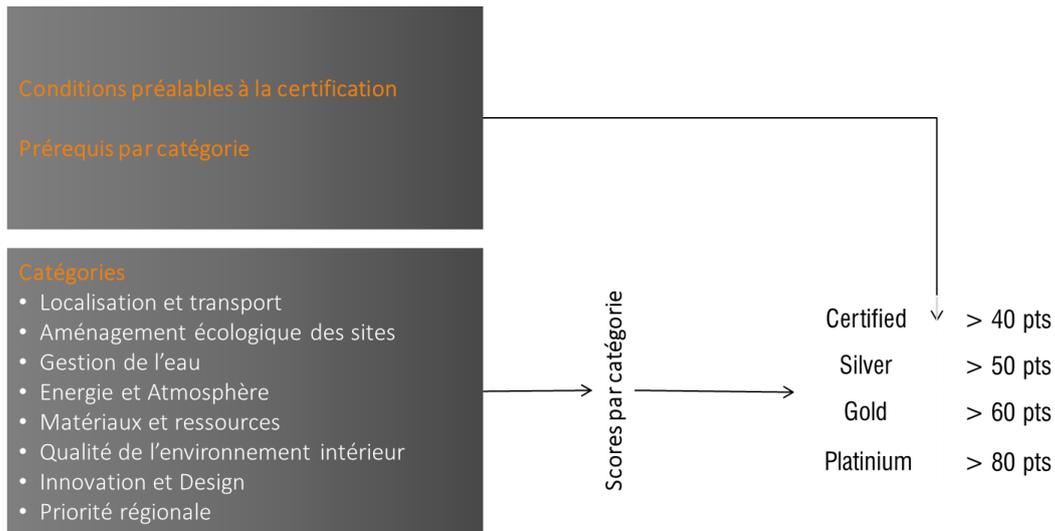
Les référentiels LEED® (v4 – 2013) se décomposent en quatre référentiels en fonction de la catégorie de bâtiments concernés :

- LEED® Building Design and Construction (adapté aux projets de construction et de rénovation des bâtiments)
- LEED® Interior Design and Construction (adapté aux projets de réaménagements intérieurs de type commerciaux)
- LEED® Building Operations and Maintenance (adapté aux projets d'exploitation de bâtiment)
- LEED® Homes (spécifiques aux projets de construction de logements individuels ou de petits collectifs).

Le référentiel **LEED® Building Design and Construction** est adapté à toutes les nouvelles constructions et rénovations majeures. Il représente la majorité des projets certifiés LEED® dans le monde. Il se décline en fonction de la typologie de bâtiment concernée.

Le référentiel est décomposé en 8 catégories. Afin d'obtenir la certification, le projet doit répondre :

- A **des conditions préalables** programmatiques. Ces dernières sont liées essentiellement au périmètre de certification et à la taille des projets.
- A **des prérequis** sur certaines catégories (à l'équivalence des exigences de Base de la certification HQE). Le nombre de prérequis est variable en fonction des typologies de bâtiments et certaines catégories telles que « Localisation et Transport », « Innovation » ou « Priorité régionale » n'en possèdent aucun.
- A **un minimum de 40 points** obtenus grâce aux crédits disponibles sur chacune des catégories. Pour obtenir ces points, le maître d'ouvrage est libre de choisir les crédits qu'ils souhaitent dans n'importe quelle catégorie.



Points disponibles : 114 à 122 selon le type de bâtiment

Figure 3 : Processus de certification LEED v4 Building Design and Construction

La quasi-totalité des exigences liées directement ou indirectement aux déchets se retrouve dans la catégorie **« Matériaux et Ressources (MR) »**. Les crédits liés aux déchets permettent donc d'obtenir un certain nombre de points mais ne sont jamais une obligation pour obtenir la certification.

Les grandes stratégies de réduction des déchets considérées dans la certification sont les suivantes :

- 1- Réduction à la source
- 2- Réutilisation de bâtiment ou de matériaux
- 3- Recyclage
- 4- Valorisation énergétique

Ces stratégies englobent en grande partie l'ensemble des thématiques abordées dans BAZED.

Valorisation d'une approche Conception pour la prévention des déchets dans un projet en certification LEED :

La démarche BAZED est axée sur la conception de bâtiment pour prévenir la génération de déchets sur tout son cycle de vie.

Le tableau ci-après présente une synthèse du nombre de points maximal pouvant être recherché par les concepteurs dans le cadre d'une certification LEED v4.

Exigence	Prérequis (P) / Nombre de Points / Non applicable (NA)								
	Nouvelles construction	Noyau et Enveloppe	Ecoles	Commerces	Data Centers	Entrepôts logistiques	Hôtellerie	Bâtiments de santé	
Exigences en lien direct avec la démarche									
MR-2	Mise en place d'un plan de prévention des déchets de construction et de démolition	P	P	P	P	P	P	P	P
MR-3	Mise en place d'un plan de prévention des déchets de construction et de démolition	2	2	2	2	2	2	2	2
MR-4	Réduction de l'impact environnemental du cycle de vie du bâtiment	5	6	5	5	5	5	5	5
MR-6	Utilisation de matériaux dont les procédés d'extraction de matières premières et de fabrication sont moins impactant (option 2)	1	1	1	1	1	1	1	1
MR-12	Conception du bâtiment en vue de son adaptation future	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1
I-1	Innovation	3	3	3	3	3	3	3	3
Sous-Total exigences directes		11	12	11	11	11	11	11	12
Exigences en lien indirect avec la démarche									
MR-5	Utilisation de produits faisant l'objet de déclarations environnementales	2	2	2	2	2	2	2	2
MR-6	Utilisation de matériaux dont les procédés d'extraction de matières premières et de fabrication sont moins impactant (option 1)	1	1	1	1	1	1	1	1
MR-7	Utilisation de matériaux naturels, minimisant les substances chimiques ou dangereuses	2	2	2	2	2	2	2	2
MR-8	Réduction des sources de PBT (Persistent, Bioaccumulative and Toxic Pollutants) : Mercure	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	P
MR-9	Réduction des sources de PBT (Persistent, Bioaccumulative and Toxic Pollutants) : Mercure	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1
MR-10	Réduction des sources de PBT (Persistent, Bioaccumulative and Toxic Pollutants) : Plomb, Cadmium et Cuivre	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2
MR-11	Réduction des impacts environnementaux et sanitaires du mobilier et des équipements médicaux	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2
PR-1	Priorité régionale	1	1	1	1	1	1	1	1
Sous-Total exigences indirectes		6	6	6	6	6	6	6	11
Total		17	18	17	17	17	17	17	23

Tableau 5 : Points en certification LEED®

Le nombre de point possibles est à comparer aux nombre des différents niveaux de certification. Pour rappel : Certifié > 40 pts, Argent > 50 pts, Or > 60 pts et Platine > 80 pts.

Une démarche en conception pour la prévention des déchets peut apporter **près d'un quart des points** à obtenir pour être certifié. Elle n'est cependant pas suffisante pour obtenir la certification et la conception doit tenir compte des autres thématiques proposées par le référentiel.

3. Organisation : actions par phases

Retrouvez le document spécifique aux actions par phases et par acteurs en téléchargement sur le site BAZED : <http://www.bazed.fr/maitrise-douvrage-actions-par-phases>

Les données ci-après présentent, selon les étapes PROGRAMMATION – CONCEPTION – RÉALISATION, les actions pouvant avoir un impact sur la conception préventive des déchets.

PROGRAMMATION			
	Planification	Formalisation	Concours – Cas particulier
Maîtrise d'ouvrage	<p>Définir des objectifs «zéro déchets» en prenant en compte l'ensemble du cycle de vie du bâtiment dans les étapes de conception :</p> <p>-> Afficher au plus tôt l'identité du projet</p> <p>Associer ou adjoindre des compétences en architecture durable, démontable, évolutive, en réhabilitation, en réemploi...</p> <p>-> S'entourer de professionnels compétents</p> <p>Préconiser des méthodologies et outils en faveur d'une démarche «0 déchets»</p> <p>->Organiser des consultations dématérialisées systématiques = Limiter les déchets papier</p> <p>Elaborer une approche en coût global</p> <p>-> Prendre en compte les coûts du projet au-delà du simple investissement, en s'intéressant à son exploitation, à la maintenance, au remplacement des équipements ou des matériaux mais également à la déconstruction du bâtiment.</p>	<p>Formaliser et proposer une méthode de travail collaboratif : outils et temporalités</p> <p>-> Mettre en commun les données à travers une plateforme d'échange numérique</p> <p>-> Exiger le BIM sur les projets neufs, de grande envergure (obligation en marché public à partir de 2017)</p> <p>Définir des exigences claires dans les appels à candidature sur l'approche «0 déchets» du projet et les compétences attendues en la matière</p> <p>-> Sélectionner des prestataires avertis et compétents</p>	<p>Rédiger l'appel à candidature en faisant apparaître clairement la spécificité «0 déchet» du concours</p> <p>Inclure la charte «0 déchet» dans le dossier</p> <p>-> Eviter les candidatures de prestataires non avertis et non compétents en «0 déchet»</p> <p>Valoriser la présentation numérique</p> <p>-> Limiter les consommations et les déchets liés à la procédure elle-même</p> <p>Identifier des critères de sélection «0 déchet» :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pluridisciplinarité ou adaptabilité aux méthodes de travail collaboratif - Compétences et références en «0 déchet» - Proposition incluant une prospective financière (investissement/amortissement) - Acceptation de la charte et du tableau de suivi - OPC visant le «0 déchet» <p>-> Définir les compétences «0 déchet» comme prioritaires dans la sélection des candidats</p>
	Définir les objectifs, les besoins et le budget	Etablir le programme et définir les exigences techniques	Définir les compétences exigées et sélectionner le lauréat →
Architecte – AMO – Programmiste – Economiste	<p>Identifier l'objectif «0 déchet» comme l'un des objectifs prioritaires du projet</p> <p>-> Prendre en compte au plus tôt dans les documents de synthèse et contractuels</p> <p>Rédiger une charte «0 déchet»</p> <p>-> Exiger un engagement écrit de tous les partenaires</p> <p>Réaliser un benchmarking des projets exemplaires en termes d'économie des déchets en fonction des attentes du projet (bâtiment démontable, évolutif dans sa forme et/ou sa fonction, remployant des matériaux...)</p> <p>-> Regarder ce qui existe déjà (Proof of concept)</p> <p>Considérer dans le budget :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les incidences «0 déchet» - les surcoûts de départ/économies à court et moyen terme : approche en coût global - les aides financières possibles <p>-> Permettre une flexibilité budgétaire maîtrisée</p>	<p>Réaliser une première maquette numérique même si à ce stade elle est assez peu détaillée</p> <p>-> Faciliter les échanges avec la maîtrise d'ouvrage et limiter l'impression papier</p> <p>Centrer la synthèse des études pré-opérationnelles sur le «0 déchet»</p> <p>-> Définir comme fil conducteur du projet</p> <p>Proposer et/ou réaliser des études complémentaires et se rapprocher des entreprises compétentes pour identifier les possibles si besoin.</p> <p>-> Eclairages nécessaires à la rédaction du programme définitif</p> <p>Préparer des fiches techniques d'objectifs pour chaque aspect «0 déchet» retenu : conservation de l'existant, reconversion, entretien-maintenance, démontabilité, évolutivité, réemploi</p> <p>-> Fixer un cadre technique de conception</p> <p>Rédiger un tableau de suivi des exigences «0 déchet» du projet</p> <p>-> Validation des étapes unes à unes</p>	

CONCEPTION					
	Diagnostic - esquisse	Avant-projet (APS –APD)	Projet (Pro)	DCE	Marché de travaux
Maîtrise d'ouvrage	<p>Faire réaliser un diagnostic technique dans le cas d'une réhabilitation en vue de conserver le maximum d'éléments et/ ou de les réemployer</p> <p>Valider une ou plusieurs options de la maîtrise d'œuvre en termes de coût et d'architecture «0 déchets»</p> <p>Se former à visualiser une maquette BIM</p>	<p>Valider les choix de l'équipe de maîtrise d'œuvre en terme de choix structurels, techniques et financiers en faveur d'une approche «zéro déchets» (de la conception jusqu'à la déconstruction)</p> <p>Faire participer le contrôleur technique et le coordinateur SPS aux études</p>	<p>Vérifier le respect des exigences «0 déchet» dans le PRO avant validation.</p> <p>-> S'engager à ne plus apporter de modifications pouvant remettre en question l'approche «0 déchet»</p>	<p>Considérer le coût de la gestion des déchets dans l'appel d'offre (prévention et gestion)</p> <p>-> Faire appel éventuellement à un prestataire spécialisé en charge de la gestion des déchets</p>	<p>Classer les offres en fonction des critères préétablis en partenariat avec l'architecte répondant à une approche «zéro déchets et en prenant en compte l'amortissement dans le calcul du coût</p> <p>-> Respecter le tableau de suivi des exigences «zéro déchet»</p>
<p>Répondre aux besoins et aux objectifs Préciser les choix structurels, techniques et financiers Présenter le projet définitif</p> <p>-----></p>					
Maîtrise d'œuvre	<p>Exploiter un optimum d'informations mutualisées</p> <p>-> Créer un modèle 3D unique (BIM) à affiner tout au long du projet en collaboration avec les différents bureaux d'étude</p> <p>-> Mettre en place une plateforme d'échange numérique (zéro papiers)</p> <p>Réaliser une première estimation du coût du projet (coût global) avec différentes options visant à assurer le «zéro déchets sur tout le cycle de vie du projet (prévoir un bâtiment durable, démontable, évolutif...)</p> <p>-> Orienter les premiers choix de conception</p>	<p>Travailler avec des industriels, entreprises et bureaux d'étude afin d'intégrer les innovations et les possibles en matière d'architecture évolutive, démontable, reconvertible, responsable...</p> <p>Concevoir une architecture et un système constructif :</p> <ul style="list-style-type: none"> - favorisant une industrialisation des processus de fabrication (calepinage, conception par modules,...) -> Limiter les déchets de chantier, coût des déchets intégré par le fabricant - favorisant l'utilisation de matériaux provenant du réemploi, recyclés et/ou recyclables - favorisant une économie de découpe (hauteur de planchers, absence ou limitation de faux plafond, optimisation des longueurs de réseaux, utilisation de réservations réutilisables,...) <p>Décrire et chiffrer précisément les options retenues (une certaine tolérance peut être ménagée en fonction de la taille du projet et de l'état d'avancement des travaux d'étude et de construction)</p>	<p>Fournir l'ensemble des documents graphiques et écrits en mettant en avant le respect de l'approche «0 déchet»</p> <p>-> Mettre en évidence cet objectif prioritaire dans tous les documents du projet</p> <p>-> Préciser les conditions de mise en œuvre des éléments (démontables, évolutifs...)</p> <p>Produire des documents numériques en favorisant l'utilisation d'outils de mutualisation.</p> <p>-> Poursuivre l'approche «0 déchet» à tous les stades du projet.</p> <p>Affiner la collaboration et le partenariat avec les entreprises/industriels</p> <p>-> Balayer les solutions techniques existantes et définir les matériaux adaptés au projet</p>	<p>Définir clairement l'approche «0 déchet» du projet dans le DCE en y incluant des descriptifs précis</p> <p>-> Etre clair dans les compétences attendues évitant des propositions inadaptées</p> <p>-> Préciser les obligations des entreprises en matières de tris sélectifs et les obligations techniques applicables</p> <p>-> Inciter les entreprises à proposer des variantes pour l'utilisation de matériaux recyclés ou de réemploi</p> <p>Elaborer le cadre du schéma d'organisation et de gestion des déchets (SOGED) et en faire un document contractuel</p> <p>-> Estimer les quantités de déchets prévisionnels et prévoir de manière claire les filières de valorisation</p> <p>-> Prévoir des accords locaux selon les filières spécifiques de valorisation</p>	<p>Assister le maître d'ouvrage pour l'attribution du ou des marchés en prenant en compte le coût (approche en coût global) et les solutions techniques proposées visant une économie des déchets</p>
<p>Rappeler l'intérêt du travail partenarial au sein de la maîtrise d'œuvre et avec les entreprises -> Stimuler les réflexions innovantes pour tendre vers le «0 déchet» Anticiper les solutions de mise en œuvre Contractualiser les marchés de travaux</p> <p>Intégrer les innovations et les possibles en matière d'architecture évolutive, démontable, reconvertible, responsable dès la conception -> Faire preuve d'anticipation</p> <p>-----></p>					
Industriels - Entreprises				<p>S'imprégner des objectifs «0 déchet» pour établir sa proposition</p> <p>-> Mettre en avant les solutions techniques proposées et étayer son mémoire en conséquence en décrivant précisément le produit et le procédé de mise en œuvre, en détaillant et optimisant les quantités (limiter les chutes), en décrivant l'attitude de l'entreprise sur le chantier (prévention et gestion des déchets)</p>	<p>Renseigner le SOGED préalablement établi par la maîtrise d'œuvre (phase DCE)</p>

RÉALISATION				
	Plan d'exécution (EXE- VISA)	Chantier (DET-OPC)	Réception (AOR)	Suivi (DOE)
Maîtrise d'ouvrage	<p>Mettre à disposition un tableau ou une tablette numérique consultable par tous</p> <p>-> Avoir une seule base de données du projet avec une traçabilité des modifications</p> <p>-> Traiter plus facilement et rapidement les demandes des différents intervenants</p>	<p>Pour stimuler la prévention, faire afficher les quantités de déchets produits par type par rapports aux objectifs (mise en valeur des actions) et les coûts associés</p>	<p>Exiger un bilan sur la gestion des déchets (produits par la maîtrise d'œuvre ou l'OPC) concernant les volumes de déchets et les filières de valorisation et d'élimination.</p>	<p>Désigner une personne responsable du carnet d'entretien du bâtiment</p> <p>Etre garant de la mise à jour du carnet d'entretien, mentionner les types et dates d'intervention sur le bâtiment</p> <p>Anticiper les actions en fonction du calendrier prévisionnel de maintenance fourni.</p>
-----> Anticiper la maintenance ----->				
Maîtrise d'œuvre	<p>Vérifier la conformité des plans avec l'approche «zéro déchets»</p> <p>Mettre à disposition des entreprises la plate-forme d'échange numérique et effectuer le recollement des plans d'exécution sur la maquette BIM (si elle existe)</p> <p>-> Faciliter l'accès aux données relatives au chantier</p> <p>-> Améliorer la coordination</p>	<p>Assurer le contrôle régulier des dispositions prévues dans le SOGED (schéma d'organisation et de gestion des déchets) notamment dans la gestion des équipements mis en place et les bordereaux de suivi des déchets</p> <p>Impliquer les acteurs sur chantier</p> <p>-> Sensibilisation, formation, information</p>	<p>Etablir les PV de réception sur la plate-forme d'échange numérique</p> <p>Réaliser un bilan de fin de chantier</p> <p>-> Connaître les quantités et les qualités des déchets réellement sortis du chantier</p> <p>-> Identifiés les problèmes rencontrés (causes, conséquences, actions correctives)</p> <p>-> Capitaliser les données pour de futurs chantiers</p>	<p>Vérifier l'adéquation de la maquette numérique avec le programme de maintenance prévu</p> <p>Mettre à disposition du responsable gestionnaire un carnet d'entretien du bâtiment</p> <p>Fournir aux utilisateurs un carnet de vie pour expliquer le fonctionnement du bâtiment et ses équipements (recommandations et bonnes pratiques)</p>
-----> Valider les solutions techniques et les matériaux Assurer la synergie des corps d'états Réaliser la réception du chantier ----->				
Industriels - Entreprises	<p>Proposer des solutions constructives réduisant les déchets sur toute la durée de vie du bâtiment</p> <p>Se sensibiliser et se former à la préparation de chantier avec les outils collaboratifs et numériques</p> <p>Valoriser la transmission numérique des plans EXE</p> <p>-> Limiter les déchets papier</p> <p>Mettre à jour le SOGED si besoin en collaboration avec les plans EXE et l'OPC</p>	<p>Se responsabiliser quant à la manière dont les déchets produits par son entreprise sont triés</p>		<p>Etablir les DOE sur support numérique</p> <p>-> Limiter les déchets papier</p> <p>Ajouter aux DOE un calendrier préventif (garanties des matériaux, préconisations)</p>

4. Principes de conception préventive des déchets

Les chapitres suivants donnent les principaux concepts et principes techniques pouvant être pris en compte pour une conception considérant une ou plusieurs des thématiques BAZED. Le schéma ci-dessous indique les étapes du cycle de vie du bâtiment plus particulièrement concernées par les différentes thématiques.

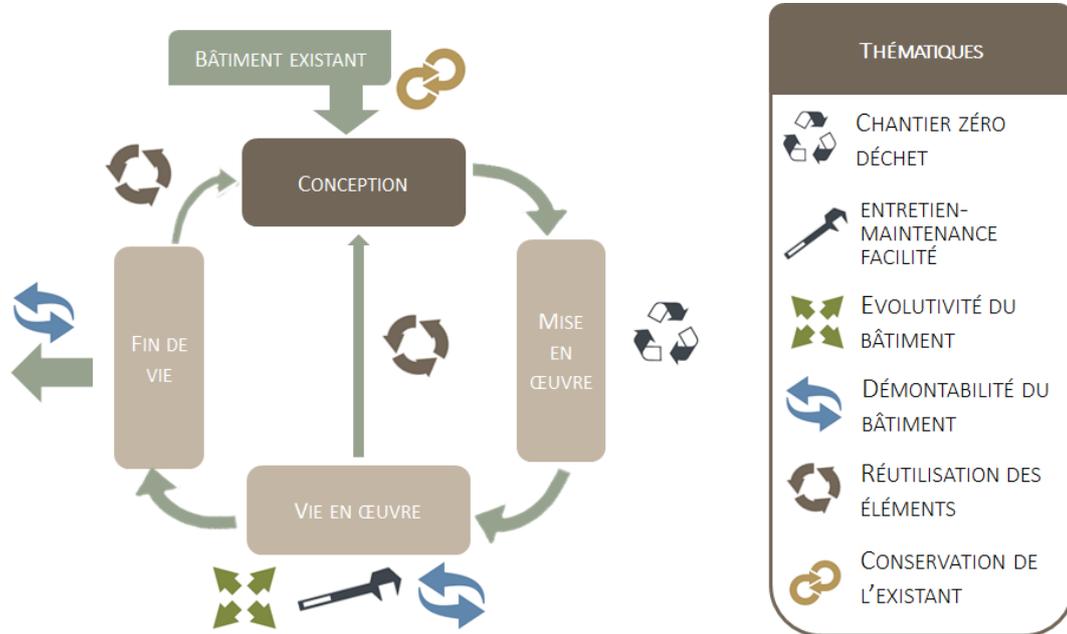


Figure 4: Correspondance Etapes du cycle de vie - Thématiques de conception

La **démontabilité** est prépondérante dans la conception préventive des déchets. Elle est souvent une condition sinequanone pour permettre un entretien maintenance aisé, conserver les éléments, rendre un bâtiment évolutif, pouvoir réutiliser des éléments à la déconstruction d'un bâtiment ou permettre la recyclabilité des déchets.

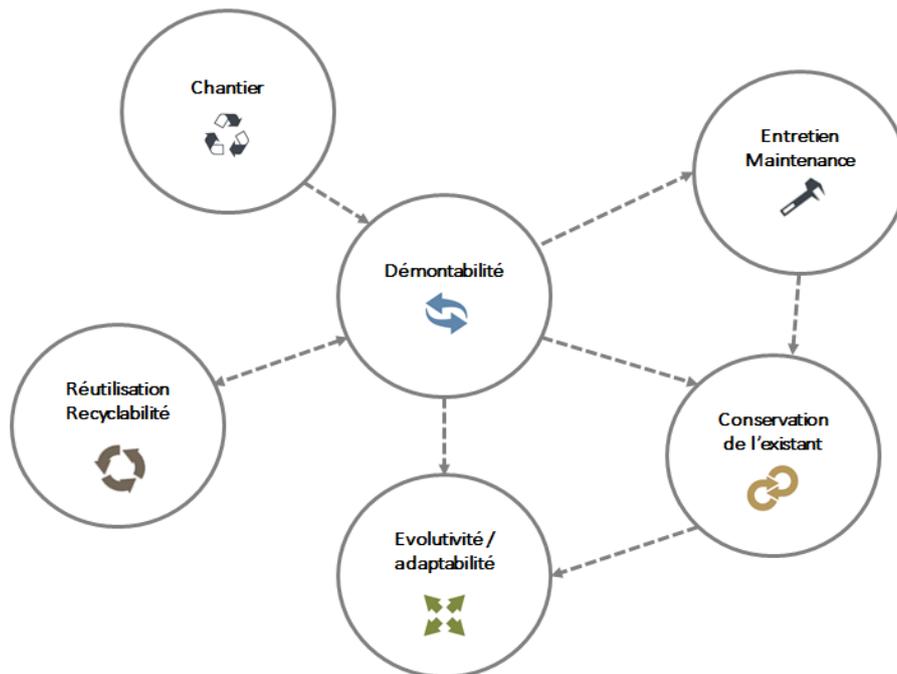


Figure 5 : Relations directes entre les thématiques de conception

Entre		Lien	
Démontabilité	&	Entretien maintenance	Les éléments sont plus facilement démontés pour leur entretien ou leur remplacement. Moins de casse et de déchets mélangés.
	&	Evolutivité	Toute évolution d'un bâtiment ou d'un espace demandera la modification d'éléments constructifs. Les éléments démontables faciliteront l'évolution du bâtiment, réduiront les coûts de travaux, limiteront les déchets mélangés et non réutilisables.
	&	Recyclabilité	La démontabilité facilite la séparation des éléments et matériaux. Les éléments gardant leur intégrité et les monomatériaux sont ainsi plus facilement réutilisables ou recyclables.
	&	Conservation de l'existant	La démontabilité favorise la mise à nu des éléments potentiellement conservables. Elle permet également un accès plus facile pour les diagnostics techniques.
Recyclabilité	&	Démontabilité	Les principes de recyclabilité favorisent directement la démontabilité des éléments constructifs
Evolutivité	&	Conservation de l'existant	L'application de principes d'évolutivité à un bâtiment permet de fait une plus grande latitude pour les changements d'usages ou de besoins. La conservation de l'existant est ainsi favorisée.
Construction, chantier	&	Démontabilité	La limitation de déchets en phase de construction passe régulièrement par le choix de systèmes constructifs en filière sèche (construction bois, métallique). Les systèmes constructifs filière sèche sont généralement plus facilement démontables que les systèmes type béton coulé.
Entretien maintenance	&	Conservation de l'existant	Une conception favorisant la durabilité des matériaux favorisera le potentiel de conservation de l'existant.

Tableau 6: Liens entre les thématiques BAZED



3

4.1. Conservation de l'existant

4.1.1. Définitions

Conservation de l'existant : Le concept de conservation de l'existant s'articule autour de la notion d'état et d'espace. Il s'inscrit dans le cadre d'un projet de rénovation architecturale et d'amélioration de l'habitat par la conservation en place des éléments, la valorisation du réemploi et/ou de la transformation totale ou partielle de ses éléments de compositions.

Réemploi⁴ : Le réemploi se définit comme « toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus » (*ordonnance n°2010-1579 relative aux déchets*). Le réemploi peut être compris comme une nouvelle utilisation, sur le site même du chantier dont ils sont issus, de matériaux et produits n'ayant pas acquis le statut de déchet, puisque ne sortant pas du chantier. A noter que dans certains cas, un matériau peut être utilisé sur un même site mais détourné par rapport à son usage originel.

4.1.2. Concepts généraux

Pour BAZED, le principe de conservation de l'existant s'inscrit dans un principe de durabilité, de non-gaspillage des ressources et des matériaux, de réappropriation de l'espace, de récupération, de réemploi, de réparation et d'entretien. Ces notions s'organisent autour de plusieurs concepts :

- **Considérer la valeur patrimoniale du bâtiment et les économies possibles** par la conservation (financières et environnementales). Dans le cas de la rénovation d'un bâtiment classé, le projet est soumis à un ensemble de contraintes plus ou moins importantes orientant clairement les choix constructifs. L'aspect extérieur du bâtiment doit le plus souvent être inchangé. L'isolation, le cas échéant, doit se faire par l'intérieur tout en laissant perspirer la paroi.
- **Vérifier l'état des éléments à conserver en réalisant un diagnostic :**
 - o Observation détaillée, identification : états de surface, déformations d'ossature, mouvements de structure, dégâts liés à l'humidité,...

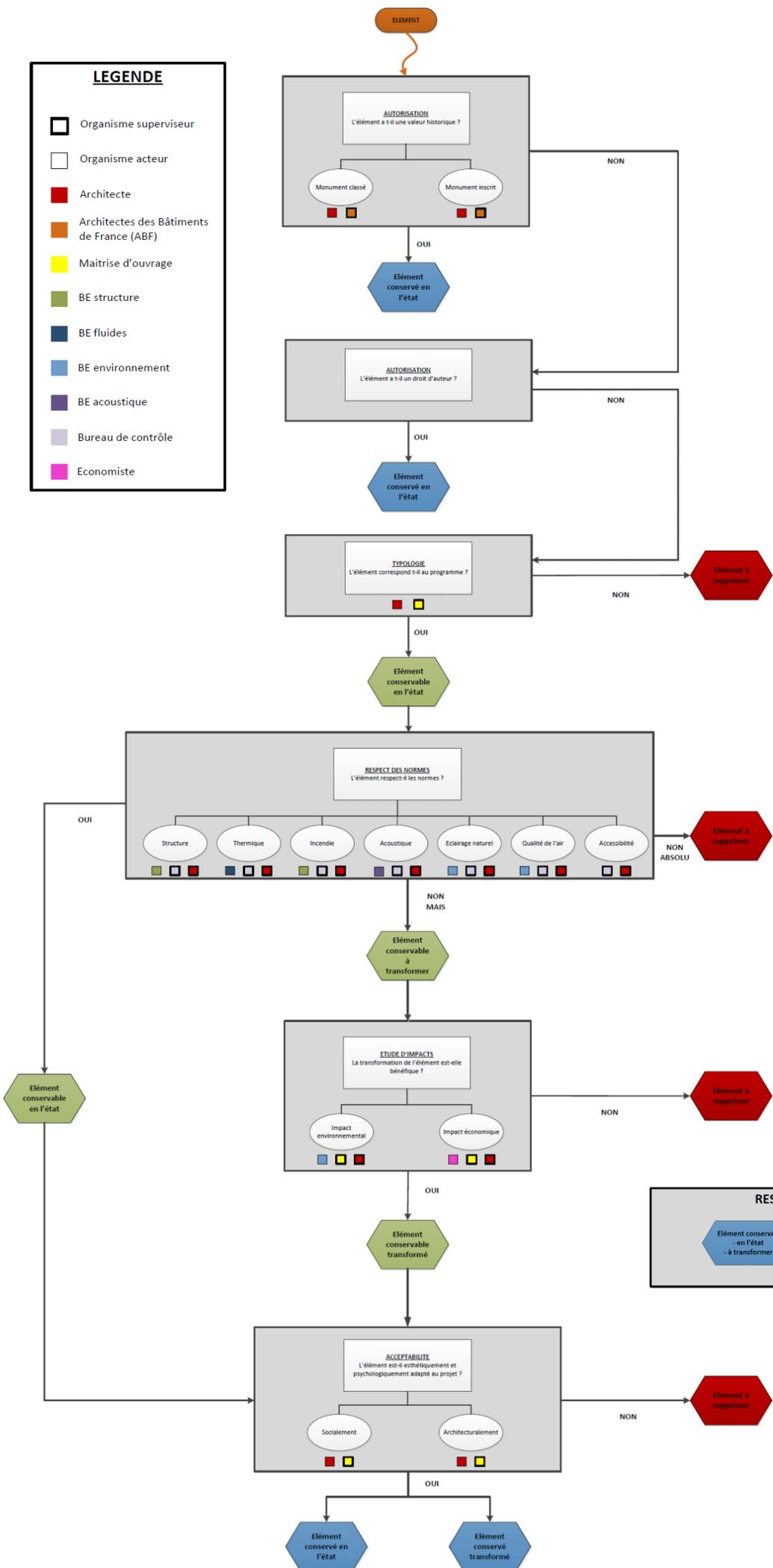
³ Halles Pajol – Atelier Jourda

⁴ Source : <http://optigede.ademe.fr/dechets-batiment-prevention>

- Selon le type de la structure et si nécessaire (limiter au maximum les échantillonnages destructifs), des prises d'échantillons sont réalisées pour faire des tests au laboratoire : Ferroscan®, carbonatation pour le béton,...
 - Détermination des compositions de chaque matériau et leurs caractéristiques intrinsèques.
 - Prises de décision sur les éléments à renforcer et ceux à démolir.
- **Anticiper, recenser et imaginer:** réaliser un recensement des éléments du bâtiment le plus en amont possible et rechercher pour chacun les possibilités de réemploi (transformation d'usage ou non) sur in-situ ou ex-situ s'ils ne peuvent pas être conservés en place.
- **S'adapter au nouveau projet ou adapter le nouveau projet :**
- Dans le cas d'une extension en hauteur, une étude de la structure porteuse existante et des fondations est indispensable : prévoir des renforcements si nécessaires ou si possible prévoir une structure indépendante extérieure.
 - Dans le cas de nouveaux bâtiments s'insérant dans un bâtiment existant les structures porteuses respectives des deux parties de bâtiment doivent être indépendantes.
 - Optimiser l'usage du bâtiment rénové en fonction des ouvertures existantes afin d'éviter au maximum l'ouverture de nouvelles fenêtres ou l'agrandissement des fenêtres existantes.
 - Adapter au maximum la distribution des pièces et l'usage en fonction des éléments séparatifs porteurs existants afin de limiter leur démolition.
- **Répondre aux normes et réglementations actuelles :** accessibilité, sécurité incendie, parasismique, réglementation thermique... Par exemple, des extensions aux bâtiments peuvent être créées pour être accessibles aux personnes à mobilité réduite. Le changement d'usage est aussi souvent accompagné d'un changement de cadre réglementaire.
- **Pouvoir facilement restaurer les éléments endommagés :** s'assurer que les éléments à conserver peuvent être restaurés (si nécessaire), et de la disponibilité de matériaux aux propriétés identiques.
- **Adapter les matériaux neufs à l'ancien :** choisir les éléments d'isolation, d'étanchéité et de revêtement en fonction de la nature des éléments de l'enveloppe d'origine pour ne pas qu'ils se dégradent (ex. ne pas provoquer le blocage des transferts hygrométriques dans une paroi existante poreuse, le matériau en place risquera de se dégrader rapidement)

La conservation des éléments du bâtiment suit une logique décisionnelle autour d'un ensemble de critères permettant ou non leur conservation. Ces facteurs concernent principalement la valeur historique du bâtiment, la propriété intellectuelle, l'état des éléments du bâtiment, l'accessibilité du bâtiment, son type, les coûts et impacts environnementaux.

Un logigramme décisionnel pour la conservation de l'existant est présenté en page suivante. Il est également téléchargeable sur le site de BAZED : <http://www.bazed.fr/wp-content/uploads/2015/10/bazed-logigramme-decisionnel-conservation.pdf>



4.1.3. Critères de conservation de l'existant

Les tableaux suivants présentent un ensemble de critères ayant une influence directe avec la possibilité ou non de conservation de tout ou partie d'un bâtiment.

CRITERES	SOUS-CRITERES	EXIGEANCES	LIEN
VALEUR HISTORIQUE	Monument classé	<p>Plus haut niveau de protection. Les immeubles dont la conservation présente un intérêt public sur le plan de l'histoire ou de l'art peuvent être classés comme monuments historiques. Concerne tout ou certaines parties de l'édifice extérieur, intérieur et ses abords.</p> <p><u>PARTIE INTERIEURE ET EXTERIEURE :</u> Toute transformation sur le bâtiment ou l'objet classé nécessite de faire la demande au moins quatre mois avant le début des travaux auprès du préfet en indiquant le détail des travaux à effectuer. De même, aucune construction neuve ne peut être adossée à l'édifice protégé sans accord préalable du ministre. La sollicitation du préfet de région permet de préciser l'état des connaissances dont il dispose sur le bien en question et d'indiquer les contraintes réglementaires, architecturales et techniques que le projet devra respecter. Les études scientifiques et techniques qui devront être réalisées préalablement à la détermination du programme d'opération sont également précisées. Toutes les modifications de l'aspect extérieur des immeubles (façades, toitures, matériaux, éclairage, ...) les constructions neuves, mais aussi les interventions sur les espaces extérieurs doivent recevoir l'autorisation de l'Architecte des bâtiments de France (ABF). La publicité et les enseignes sont également sous son contrôle.</p> <p><u>LES ABORDS :</u> La loi de 1943, modifiée par l'article 40 de la loi SRU de décembre 2000 impose une forme de vigilance à l'égard des projets de travaux dans le « champ de visibilité » des monuments historiques.</p> <p><u>LES TRAVAUX :</u> Les travaux autorisés s'exécutent sous le contrôle scientifique et technique des services de l'État chargés des monuments historiques qui s'exerce dès le début des études documentaires et techniques préparatoires puis tout au long des travaux jusqu'à leur achèvement. La maîtrise d'œuvre de ces travaux doit être confiée à des catégories de professionnels spécialisés pour les travaux de réparation et de restauration.</p>	<p>Articles du code du patrimoine régissant : <u>La procédure de classement :</u> L. 621-1 à L. 621-6 R. 621-1 à R. 621-5 R. 621-7 <u>La procédure de délivrance de l'autorisation de travaux :</u> R. 621-11 à R. 621-14 R. 621-16 <u>Le contrôle de l'Etat pendant les travaux :</u> R. 621-20 R. 621-26 R. 621-28</p>

	<p>Monument inscrit</p>	<p>Les immeubles qui, sans justifier une demande de classement immédiat au titre des monuments historiques, présentent un intérêt artistique ou historique suffisant pour en rendre désirable la préservation peuvent être inscrits au titre des monuments historiques.</p> <p><u>LES TRAVAUX :</u> Le propriétaire a la responsabilité de la conservation du monument historique inscrit qui lui appartient. Il est maître d'ouvrage des travaux. L'immeuble inscrit au titre des monuments historiques ne peut faire l'objet d'aucune modification sans en avoir avisé le préfet de région quatre mois auparavant. Lorsque les travaux envisagés sont soumis à un permis (de construire, de démolir ou d'aménager) ou à une déclaration préalable au titre du code de l'urbanisme, la délivrance du permis ou la non-opposition à la déclaration préalable ne pourra intervenir sans l'accord du préfet de région. Les travaux autorisés s'exécutent sous le contrôle scientifique et technique des services de l'État chargés des monuments historiques qui s'exerce dès le début des études documentaires et techniques préparatoires puis tout au long des travaux jusqu'à leur achèvement. La maîtrise d'œuvre de ces travaux doit être confiée à un architecte dès lors qu'ils sont soumis à un permis de construire au titre du code de l'urbanisme. Aucune exigence particulière de qualification de l'architecte n'est requise. Lorsque qu'un immeuble menace de ruine ou que son état fait courir un péril imminent, le maire peut ordonner les mesures provisoires indispensables pour écarter ce péril. Avant d'ordonner la réparation ou la démolition d'un immeuble menaçant ruine inscrit au titre des monuments historiques, le maire sollicite l'avis de l'architecte des Bâtiments de France. Celui-ci sera informé de l'avertissement adressé au propriétaire en cas de péril imminent.</p>	<p>Articles du code du patrimoine régissant : La procédure d'inscription : R. 621-53 à R. 621-58 Procédure pour les travaux : L. 621-29-1 L. 621-29-2 L. 621-29-6 R. 621-84 L. 621-27 R. 621-60 R. 621-65 Articles du code de la construction et de l'habitation : Procédure pour bâtiment en ruine : L. 511-1 à L. 511-3</p>
	<p>Monument sans valeur historique</p>	<p>Aucune</p>	<p>-</p>
<p>PROPRIETE INTELLECTUELLE</p>	<p>Nature des œuvres protégées</p>	<p>Les œuvres d'architecture peuvent être protégées par le droit d'auteur dès lors que l'œuvre est originale, c'est-à-dire qu'elle porte l'empreinte de la personnalité de son auteur. La qualification ou non d'architecte n'entre pas en considération. Inversement, être architecte diplômé par le gouvernement (DPLG) ou architecte diplômé de l'École spéciale d'architecture (DESA) ne suffit pas à ce que son œuvre soit considérée comme protégée. La protection s'applique aux œuvres elles-mêmes, en revanche les plans, croquis et ouvrages plastiques relatifs à l'architecture ne sont considérés comme des œuvres de l'esprit protégées par le droit d'auteur que s'ils sont originaux.</p>	<p>Articles du code de la propriété intellectuelle : L.112-2</p>

	<p>Droit au respect du nom de l'architecte et de l'œuvre</p>	<p>Une fois prouvée l'originalité de l'œuvre, le droit d'auteur reconnu à l'architecte est un droit de propriété incorporelle exclusif et opposable à tous, qui se décompose en attributs d'ordre intellectuel, moral et patrimonial.</p> <p>Selon le Conseil d'Etat du 14 juin 1999, « L'auteur ne peut prétendre imposer au maître de l'ouvrage une intangibilité absolue de son œuvre ». Cependant, l'architecte qui estime que l'extension projetée dénature son œuvre peut en faire part au maître de l'ouvrage : un équilibre entre le droit de propriété du maître d'ouvrage et le droit d'auteur de l'architecte doit alors être trouvé.</p> <p>Sous réserve d'une atteinte à son œuvre, l'architecte peut réclamer des dommages et intérêts.</p> <p>Selon le Conseil d'Etat du 11 septembre 2006, le droit de propriété du maître d'ouvrage public est cependant encadré : il ne peut apporter des modifications à l'ouvrage que si elles sont « rendues indispensables par des impératifs techniques, esthétiques ou de sécurité publique, légitimés par les nécessités du service public »</p>	<p>Articles du code de la propriété intellectuelle : L.121-1</p> <p>Article du code des marchés publics : 35.II 8°</p>
--	--	---	--

<p>IDENTIFICATION DES PATHOLOGIES ET DE LEUR POTENTIEL EVOLUTIF</p>	<p>Détection des pathologies</p>	<p>Prévenir, détecter et réparer les pathologies dès la construction</p> <p>1- Les fondations : tassement du sol d'assise - Les fondations sont-elles en bon état ? Sont-elles fissurées ? Existe-t-il des infiltrations, des remontées par capillarité ? - Les niveaux de fondations actuels sont-ils suffisants pour le nouveau bâtiment en projet ? Le type de fondation (superficielle, profonde, spéciale) est-il adapté au projet et à la composition du sol ?</p> <p>2-Ossature : les pathologies des murs en maçonnerie et en béton - Les murs sont-ils fissurés ? - Le revêtement est-il en bon état ? - Le mur est-il déformé ? Quelle en est l'origine ? (déformation thermique) - Les joints de dilation sont-ils abimés ?</p> <p>3-Détecter et diagnostiquer les pathologies des armatures - Existe-t-il de la corrosion sur les armatures acier ? - Le béton est-il éclaté ?</p> <p>4-Etat des menuiseries - Les joints sont-ils en bon état ? - Les performances thermiques des menuiseries sont-elles suffisamment élevées ? - Quel est le niveau d'étanchéité des menuiseries ? (test étanchéité + test infrarouge avec caméra thermique) - Les menuiseries sont-elles en retrait par rapport aux surfaces extérieures/intérieures ? (possibilité de double fenêtre).</p> <p>5-Les charpentes et couvertures - Quel est l'état de la charpente ? (différents types de charpentes : bois, métallique, etc.) - La structure est-elle suffisamment solide pour aménager des combles ? - La toiture terrasse est-elle en bon état sur le plan structurel ? Est-elle accessible ?</p>	
--	----------------------------------	--	--

	Stabilité de la structure	<p>La vérification de la stabilité de la structure est une des missions des bureaux d'études techniques qui permettent notamment de juger de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La résistance mécanique de la structure ainsi que de sa stabilité. • Sa capacité à supporter de nouvelles sollicitations. • Sa tenue au feu. • Son niveau d'étanchéité. • Son inertie thermique. • Sa capacité de régulation hygrothermique et sa porosité. • Sa conformité aux réglementations en vigueur. • Son état actuel (fissure, effet de tassement, corrosion, rouille, problème d'humidité,...). <p>Les moyens mis en œuvre pour juger de l'état des points cités ci-dessus sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'observation approfondie et l'identification des états de surfaces, des déformations d'ossatures, des mouvements de la structure, des dégâts liés à l'humidité, etc. Par exemple, des tâches de rouille peuvent être observées sur les armatures métalliques. De même, des problèmes de moisissures sur les éléments en bois ou les isolants peuvent être constatés. • Des prélèvements pour faire des tests en laboratoire (<i>Ferroskan</i>, carbonatation pour le béton, scléromètre pour calculer la dureté du béton,...) permettent de déterminer la dureté et la durabilité des matériaux constituant l'ouvrage. • Détermination de la composition de chaque matériau ainsi que de leur caractéristiques intrinsèques • S'assurer de la conformité réglementaire des équipements et vérifier l'état des réseaux (fuite d'eau, problème électrique, gaines de ventilation bouchées, etc.). • Des représentations de l'ensemble des anomalies sur plans. • Des réalisations de nouveaux calculs de structure avec prise en compte des nouvelles charges et des travaux de réhabilitations. • Prises de décisions concernant les éléments à conserver, renforcer ou démolir. 	<p>Norme électrique : NF C 15-100</p>
	Respect des normes	<p>Respect des normes de sécurité, santé, protection incendie, dommages structuraux, systèmes électrique, énergétiques, etc. Respect des réglementations thermiques/acoustiques/sismiques/ etc.</p>	
	Evolution	<p>Analyser le potentiel d'évolution des performances des matériaux ainsi que de leur évolution esthétique Analyser l'adaptabilité des matériaux au projet et à l'usage prévu.</p>	
	Accessibilité	<p>Le bâtiment se doit de respecter les normes d'accessibilités spécifiques aux personnes handicapées.</p>	

ACCESSIBILITE DU BATIMENT PAR RAPPORT A SON ENVIRONNEMENT	Acceptabilité sociale	Il est ici question des avis des riverains du bâtiment à réhabiliter. Leurs avis doivent être considérés avec attention afin de concevoir le bâtiment dans le style du quartier.	
	Acceptabilité des matériaux	<p><u>PERFORMANCE DES MATERIAUX :</u> Les matériaux/éléments/équipements utilisés sont-ils plus performants que les matériaux/éléments/équipements fabriqués actuellement ?</p> <p><u>ESTHETISME DES MATERIAUX :</u> L'esthétisme des matériaux mis en œuvre est-il en adéquation avec le projet architectural ?</p> <p><u>MATERIAUX DANGEREUX :</u> Les nouvelles certifications et les exigences du développement durable ont incité les experts à interdire certains matériaux ayant des impacts sur la santé et la qualité de l'air :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les matériaux à forte émissivité. • Le plomb a été interdit en 1949. • Les hydrocarbures aromatiques polycycliques ont été interdits en 1976. • Les PCB (polychlorobiphényles) et les PCT (polychloroterphényles), ont été interdits en 1979. • Le radon a été interdit en 1987. • L'amiante a été interdite en 1997. <p>Beaucoup d'autres matériaux sont sous surveillance : les laines de verre/roche ou encore les dérivés du pétrole comme les polystyrènes.</p> <p><u>ELIMINATION DES MATERIAUX DANGEREUX :</u> L'élimination des matériaux dangereux est une affaire de spécialistes. Il est défendu d'intervenir sur de tels matériaux compte tenu de leur dangerosité. Les risques sont multiples :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exposition et intoxication directe lors de l'intervention. • Risque de pollution durable des lieux d'intervention. • Risque de pollution du voisinage par le transport aérien des produits dangereux. • Mise en danger des personnes chargées de l'évacuation et de la mise en décharge des matériaux. • Risque pour l'environnement si aucun suivi de ces matériaux n'est réalisé et qu'ils sont entreposés en décharge non contrôlée. 	<p><u>Décrets sur les risques de l'amiante :</u> n°2001-840 du 13 septembre 2001 n°2002-839 du 3 mai 2002 n°96-97 du 7 février 2002</p> <p><u>Mesure du radon :</u> Arrêté du 22 juillet 2004, décret 2002-460</p>

	Acceptabilité des fournisseurs	Dans le cadre d'une démolition totale ou partielle des éléments, la question de la proximité des fournisseurs des matériaux de remplacement oriente la décision. En effet, dans certains cas il est préférable de traiter un matériau plutôt que de le remplacer par un nouveau matériau issu d'un fournisseur éloigné.	
	Acceptabilité des exutoires	L'éloignement des locaux de tri et des exutoires engendrent d'autres dépenses de transport et des pollutions supplémentaires. Donc dans certains cas l'éloignement des déchetteries peut encourager à conserver et traiter certains éléments du bâtiment.	
TYPE DE BATIMENT	Tous types de bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer un niveau d'éclairage naturel suffisant. • Assurer un confort thermique conforme au niveau d'exigence de la « RT2005 existant ». • Assurer l'accessibilité des personnes à mobilité réduite (espace de rotation pour fauteuils, ascenseurs, etc.). • Assurer un niveau d'affaiblissement acoustique intérieur suffisant par rapport à l'extérieur. 	
	Tertiaires	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer une modularité de la structure interne, des espaces. • Prévoir des espaces communs (toilettes, douches, salles de réunions, kitchenettes, accueils, etc.). • Assurer une lumière naturelle importante. • Prévoir des espaces de parking. • Prévoir un local technique. • Porte coupe-feu, sécurité incendie. • Salle de reprographie. 	
	Résidentiels	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des espaces communs et un cloisonnement des espaces. • Prévoir un espace de stationnement (bâtiments neufs). • Prévoir un nombre important de gaines techniques. • Prévoir des espaces communs (logements collectifs). 	

	Scolaires	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir des espaces communs extérieurs ouverts (préaux, espaces de jeux, cours de récréation, etc.). • Prévoir un espace de restauration et des cuisines. • Prévoir des espaces communs (accueil, vie scolaire, foyer, CDI, salle des professeurs, salle réunion, etc.). • Espace sanitaire (toilette, douche, vestiaire, etc.). • Prévoir des espaces de logements pour le personnel et un internat. • Salle(s) sombre(s) pour projection. • Espaces de reprographie. • Laboratoires. • Revêtements de mur anti-graffitis. • Prévoir des espaces fumeurs. • Portes coupe-feu, sécurité incendie. • Assurer une proximité des transports en communs et des services (restauration, épicerie, etc.). • Assurer un niveau de sécurité incendie suffisant. • Prévoir des arrivées gaz, benzène, etc. dans les laboratoires avec évacuation. 	
	Sportifs	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des surfaces et une hauteur sous plafond importantes. • Vérifier que les éléments de structure soient adaptés à de grands espaces. • Assurer un niveau de sécurité incendie suffisant. • Prévoir une acceptabilité à des degrés hygrométriques importants et variables des matériaux. • Assurer une bonne qualité de l'air. • Espaces sanitaires (vestiaires, douches, toilettes, etc.). • Prévoir des espaces aux volumes importants avec une structure (poutre) valide. • Systèmes de chauffage radiants. • Adapter les ouvertures pour éviter les effets d'éblouissements. • Adapter les volumes pour une bonne absorption acoustique. • Assurer une modularité des espaces (murs d'escalade, pistes d'athlétisme, terrains multisports, etc.). • Revêtements de sols spéciaux. • Prévoir un espace tribune (au niveau du volume et de la structure). 	

	<p>Industriels</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les éléments qui composent la structure soient adaptés à de grands espaces. • Prévoir des surfaces ouvertes importantes. • Assurer une modularité de la structure interne. • Assurer une résistance mécanique du plancher bas pour tenir des grosses charges potentielles. • Assurer un niveau de sécurité incendie suffisant. • Prévoir un transfert de charge. • Prévoir des zones ATEX (réglementation sur les charges explosives). • Prévoir des locaux techniques importants. 	
	<p>Hôpitaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les éléments qui composent la structure soient adaptés à de grands espaces. • Assurer une bonne qualité de l'air avec plusieurs zones d'assainissement. • Assurer un niveau de sécurité incendie suffisant. • Mise en valeur des espaces extérieurs. • Prévoir des espaces de parking. • Importance de la qualité de l'air. • Systèmes de climatisation. • Prévoir des salles blanches et des salles d'opérations. • Doubler les espaces couloirs, ascenseurs, pour faciliter l'accessibilité des brancards. • Portes coupe-feu, sécurité incendie. • Prévoir des locaux techniques importants. • Prévoir un groupe électrogène. • Présence de réseaux d'oxygène, d'air comprimé, etc. • Contrôle de la température. • Modularité des espaces et facilité d'accès aux réseaux pour la maintenance. • Prévoir un espace douche et toilette dans chaque chambre. 	

COUT ECONOMIQUE & IMPACT ENVIRONNEMENTAL & PERFORMANCE ENERGETIQUE	Etude d'impact environnemental	Analyse multicritères sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment (analyse ACV) : - Impacts sur le changement climatique (kg équivalent CO2). - Epuisement et consommation des ressources énergétiques (MJ/UF). - Consommations des ressources non énergétiques (kg/UF). - Acidification atmosphérique. - Eutrophisation de l'eau. - Consommation d'eau (L/UF) - Impacts sanitaire des polluants émis (CO2, SO2, NOx et déchets radioactifs). - Déchets émis et élimination/valorisation/recyclage. - Durée de vie estimée (années). Etude de la réduction de la production des déchets par la conservation.	Normes pour l'ACV : ISO 14040 et 14044
	Performance énergétique	La stratégie d'amélioration des performances énergétiques se décompose en plusieurs étapes : 1- Optimisation de l'enveloppe du bâtiment. 2- Optimisation de la performance énergétique par l'installation de système moins énergivores. Les critères à prendre en compte sont : - La performance énergétique. - Le confort thermique. - Le confort acoustique. - La qualité environnementale des matériaux.	
	Coût économique	Les différents coûts à prendre en compte dans le calcul de faisabilité / rentabilité : - Coûts d'investissement - Coûts d'entretien – maintenance. - Coûts d'utilisation. - Coûts d'abonnement (si présence de systèmes énergétiques). - Durée de vie. Attention il est indispensable de tenir compte de l'inflation des prix.	

Tableau 7 : Critères de conservation de l'existant

4.1.4. Principes et solutions techniques

Les principes et solutions techniques pour la conservation de l'existant peuvent être consultés sur le site internet BAZED : <http://www.bazed.fr/theme/conservation-de-l-existant>



4.2. Chantier à faibles déchets

La réduction drastique des déchets de chantiers à éliminer durant la phase chantier passe par plusieurs niveaux d'actions qui sont :

- la conception préventive et les choix de modes de mise en œuvre,
- l'organisation en amont du chantier pour prévenir et mieux gérer les déchets,
- l'organisation et les actions pendant le chantier.



Nous renvoyons vers le guide *Prévenir et gérer les déchets de chantier* proposé par l'ADEME. Cet ouvrage de référence expose les grands principes organisationnels et techniques pour la prévention et la gestion des déchets sur les chantiers.

Le site internet BAZED recense les principaux guides et outils pour la prévention et la gestion des déchets de chantier.
<http://www.bazed.fr/theme/chantier-zero-dechet>

4.2.1. Principes de prévention des déchets

	Quoi	Qui	Avec
Organisation	Implication forte de la maîtrise d'ouvrage pour fixer les objectifs et moyens, et de la maîtrise d'œuvre pour fixer les « règles » et le suivi.	MOA, MOE	Sources d'informations (ex. BAZED), Retours d'expériences, Référentiels certifications, Programme de l'opération avec CC spécifique (objectif prioritaire élaboré par AMO spécialisée)
	Sensibiliser concrètement tous les acteurs aux objectifs et aux techniques (des équipes d'encadrement aux sous-traitants).	MOA, MOE, Entreprises	Réunions de sensibilisation, Documents de synthèse, Vidéos, Formations
	Intégrer la prévention et la gestion dans les pièces contractuelles (objectifs, moyens, responsabilités, etc).	MOA, MOE	Guide ADEME, DCE, SOGED Contrats et charte, Tableau de suivi
	Prévoir les moyens financiers et techniques pour la maîtrise d'œuvre et les entreprises (pour adapter la conception, et pour la gestion sur chantier).	MOA	Lot spécifique avec budget alloué
	Nommer un coordinateur « déchets ».	MOE Entreprises	DCE, Contrat spécifique
	Réaliser un SOGED.	MOE, BE environnement	SOGED
	Donner des consignes d'utilisation des équipements et matériaux pour éviter leurs endommagements.	MOE, Entreprises	Fiches techniques Formations par fournisseurs sur chantier (appui technique du fabricant)
	Négocier la reprise des matériaux non utilisés et la consigne sur les emballages.	Entreprises	Négociations au cas par cas
	Prévoir dans les pièces contractuelles la réutilisation in-situ de certains matériaux (ex terres d'excavation).	MOE, Entreprises	Description dans CCTP
	Figurer la conception le plus en amont possible et ne plus modifier le projet.	MOE, MOA, Entreprises	Détails d'EXE spécifiques dès l'APD
	Solliciter des matériaux non dangereux facilement recyclables (peintures, vernis sans solvants par ex).	MOA, MOE, Entreprises	DCE (descriptif CCTP) Fiches techniques
	Préconiser des matériaux recyclables.	MOE, Entreprises	DCE, (descriptif CCTP)

	Préférer les échanges numériques et avoir une politique d'optimisation d'usage des imprimés.	MOA, MOE, Entreprises	BIM, Plateforme d'échanges de documents en ligne.
Conception	Prévoir une conception concertée de tous les corps d'état par exemple via la modélisation 3D et le BIM.	MOE, Entreprises	BIM,
	Privilégier la préfabrication.	MOE, Entreprises	DAO, Plans de calepinage
	Privilégier les filières sèches.	MOA, MOE, Entreprises	
	Concevoir des pièces pour éviter les réservations.	Entreprises	DAO, Détails d'EXE
	Prévoir un calepinage détaillé des éléments.	MOE, Entreprises	DAO, Plans de calepinage Fiches techniques des éléments
	Réaliser un plan de réservations. Prévoir des réservations de mêmes dimensions pour pouvoir réutiliser les mannequins.	Entreprises	DAO
	Concevoir pour limiter les excavations.	MOE, Entreprises	
	Concevoir pour respecter le maximum de standards (ouvertures, largeurs entre montants...) Concevoir en intégrant les pièces existantes sur le marché (dimensions de profilés, suspentes, largeurs de panneaux,...) pour éviter les coupes.	MOE, Entreprises	DAO, Fiches techniques
	Concevoir en tenant compte des capacités de production standard (ex banches).	MOE, Entreprises	
	Prévoir les joints et les longueurs des éléments afin de « tomber juste » (modulation, calepinage sur standard).	MOE, Entreprises	DAO, Plans de calepinage
	Minimiser les surhauteurs des pieux ou palplanches afin de limiter au minimum le recépage.	MOE, Entreprises	Plans et calculs BET structure Aide des Bureaux Contrôle
	Privilégier les techniques permettant l'emploi de matériaux ou d'un matériel réutilisable.	MOE Entreprises	
	Favoriser une architecture simple et régulière.	MOA, MOE	
	Concevoir en prévoyant la réutilisation d'éléments d'un chantier de démolition voisin ou d'une ressourcerie.	MOA, MOE, Entreprises	Annonces et bourses, Communication entre MOA et MOE, Ressourceries,
Prévoir des éléments <i>de plancher à plancher</i> pour éviter les découpes.	MOE, Entreprises	DCE	

	Favoriser les finitions brutes (ex béton apparent).	MOA, MOE, Entreprises	DCE
	Utiliser des éléments modulaires (ex salles de bain, toilettes).	MOE, Entreprises	DCE, (descriptif CCTP)
	Prévoir des dimensions de toiture (parfois à quelques centimètres) pour s'adapter aux dimensions d'éléments de toiture.	MOE, Entreprises	BIM VISA Communication entre MOA et MOE,
	Créer le moins d'angles possibles pour le doublage intérieur.	MOE	
	Eviter les côtes fermées pour les faux plafonds (faux plafond s'arrêtant avant les parois verticales)	MOE	
	Optimiser la place du bâtiment sur la parcelle pour éviter le maximum d'excavation.	MOE	PLU Plan Masse
	Optimiser les longueurs de réseaux en fonction des longueurs standards (pour éviter les chutes).	MOE, Entreprises	Métrés et DPGF BIM EXE VISA
	Utiliser des matériaux / composants recyclables.	MOE, Entreprises	DCE, (descriptif CCTP)
	Concevoir des bâtiments compacts.	MOE	
	Réduire le recours aux éléments de doublage (par exemple laisser les gaines de ventilation ou éléments de structure apparents).	MOA, MOE	
	Eviter l'emploi de matériaux composites	MOE, Entreprises	DCE, (descriptif CCTP)
Sur chantier	Livrer sans emballage superflu ou avec un emballage consigné Choisir des matériaux livrés en vrac si le risque de casse n'est pas à craindre. Préférer les produits conditionnés dans de grands volumes.	Entreprises	Contrats spécifiques
	Protéger les zones de stockage.	Entreprises MOE	Plan d'installation de chantier Appui du SPS
	Commander et livrer le juste nécessaire. Prévoir le <i>juste à temps</i> pour limiter les dégradations lors du stockage.	Entreprises Economiste	Métrés et cadres de bordereaux quantitatifs
	Réutiliser les coffrages et réservations.	Entreprises	DCE, généralités
	Utiliser des réservations « perdues » type Uniboîte® ou Toffobox®.	Entreprises	DCE, généralités
	Prévoir des mesures pour limiter la casse lors du transport.	Entreprises	Mémoire technique
	Pour stimuler la prévention, afficher les quantités de déchets produits par type par aux objectifs (mise en valeur des actions), les coûts associés.	MOE, Entreprises	Reporting mensuel, Affichage numérique

Réutiliser le maximum de chutes (tous lots).	Entreprises	DCE, généralités
Planification de la mise en œuvre des produits, de façon à limiter les chutes et la production de déchets.	Entreprises	Planning simplifié et mis à jour, Système de rappels aux entreprises concernées (prévisionnel), Système de prévision et mise à jour en ligne par les entreprises SOGED
Réutiliser des bidons et fûts pour stocker les produits usagés.	Entreprises	DCE, généralités SOGED
Utiliser des plaques de doublage en hauteur d'étage (entre planchers ou jusqu'au faux plafond).	Entreprises	DCE, (descriptif CCTP)
Travailler avec des produits semi-finis (menuisiers).	Entreprises	DCE, (descriptif CCTP)
Privilégier le bois massif par rapport aux panneaux de particules.	MOE, Entreprises	DCE, (descriptif CCTP)
Utiliser des équipements entretenus. Une peinture appliquée avec un pistolet basse pression (pistolet HVLP) bien nettoyé et entretenu réduira les pertes dues au brouillard jusqu'à 40% par rapport à un pistolet classique.	Entreprises	Mémoire technique SOGED
Utiliser une technique d'application adaptée au contexte et au type de peinture choisie.	Entreprises	Mémoire technique SOGED
Prévoir des éléments de plancher à plancher pour éviter les découpes.	Entreprises	
Utiliser des rubans adhésifs sans bande amovible.	Entreprises	Mémoire technique SOGED
Utiliser des seaux de peintures hermétiques, facilement refermables.	Entreprises	Mémoire technique SOGED
Nettoyer régulièrement le chantier. Un chantier propre est un chantier où l'on travaille plus proprement.	Entreprises	Mémoire technique SOGED Visites surprises
Utiliser des équipements réutilisables pour l'infrastructure du chantier (ex barrières).	Entreprises	Mémoire technique SOGED

Tableau 8 : Principes de prévention des déchets du chantier

4.2.2. Principes de gestion des déchets

	Quoi	Qui	Avec
Organisation avant le chantier	Implication forte de la maîtrise d'ouvrage pour fixer les objectifs et moyens, et de la maîtrise d'œuvre pour fixer les « règles » et le suivi.	MOA, MOE	Sources d'informations (ex. BAZED), Retours d'expériences, Référentiels certifications, Programme de l'opération Rappel des objectifs à la première réunion, Paragraphe spécifique dans CR de chantiers.
	Sensibiliser concrètement tous les acteurs aux objectifs et techniques (des équipes d'encadrement aux sous-traitants).	MOA, MOE, Entreprises	Réunions de sensibilisation, Documents de synthèse, Vidéos Formations.
	Intégrer de la prévention et de la gestion dans les pièces contractuelles.	MOA, MOE	Guide Ademe, DCE, Contrats SOGED
	Prévoir les moyens financiers et techniques pour la maîtrise d'œuvre et les entreprises (pour adapter la conception, et pour la gestion sur chantier).	MOA	Lot spécifique avec budget alloué
	Réaliser un SOGED.	MOE, BE environnement	SOGED
	Estimer les quantités de déchets prévisionnelles et prévoir de manière claire les filières de valorisation.	MOE, Entreprises	Outils internes d'estimation des quantités de déchets, Outil Excel FFB Aquitaine, SmartWaste, NW-tool. Localisation des filières : annuaires en ligne, contact FEDEREC, site http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/
	Prévoir des outils de communication et de suivi.	MOE, Entreprises	Site internet dédié au chantier, plateforme d'échange en ligne
	Prévoir des accords locaux selon les filières spécifiques de valorisation (ex plâtre, PVC, bois, inertes...).	Entreprises	Localisation des filières : annuaires en ligne, ressourceries, bourses déchets,

			contact FEDEREC, site http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/
	Prévoir éventuellement des bonus-malus financiers.	MOA, MOE	Contrat spécifique lié à la partie déchets
	Faire éventuellement appel à un prestataire spécialisé en charge totale de la gestion des déchets.	MOA, MOE	Lot spécifique déchets
	Prévoir le déplacement vertical des déchets pour éviter qu'ils ne soient « jetés » en façade et/ou mélangés.	Entreprises	Plan d'implantation de chantier SOGED
Organisation pendant le chantier	Assurer un suivi très régulier.	MOA, MOE, Entreprises	Réunions régulières et points spécifiques déchets, rappels, déclarations en lignes par les entreprises Visites surprises
	Rappeler à l'ordre à la moindre dérive.	MOA, MOE, Entreprises	Réunions et CR réunions
	Mettre en place un nombre de bennes de tri suffisant pour limiter au maximum les mélanges. Prévoir au minimum le tri des déchets inertes, DIB, dangereux. Ensuite, dans les DIB prévoir si possible la séparation des métaux, bois, autres.	MOE, Entreprises	Plan d'implantation de chantier SOGED
	Sensibiliser tous les nouveaux entrants et intérimaires.	MOE, Entreprises	Outils de sensibilisation, Plaquettes informatives simples et illustrées, Accompagnement sur site
	Ne pas jeter les déchets du toit ou de la façade.	Entreprises	Plan d'implantation de chantier SOGED
Eléments techniques	Rendre les bennes accessibles et en nombre suffisant selon l'étendue du chantier.	Entreprises	Plan d'implantation de chantier SOGED
	Prévoir des zones de tri intermédiaires (ex bigs bags ou containers) sur les chantiers multiétages ou très étendus.	Entreprises	Plan d'implantation de chantier SOGED
	Faire une signalétique claire et durable sur les bennes.	Entreprises	Pictogrammes : http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/pictos-dechets.html
	Prévoir une zone de vidange des fins et lavages de toupies. Eventuellement dans des moules pour valoriser le béton et pâte de ciment.	Entreprises	Plan d'implantation de chantier SOGED
	Utiliser des peintures et vernis sans solvant, classés non dangereux.	Entreprises	Mémoire technique SOGED

	Utiliser les restes de béton et de ciment pour avoir une surface de travail propre sur laquelle on peut circuler ou stocker des matériaux.	Entreprises	Plan d'implantation de chantier SOGED
	Trouver de nouvelles utilisations : restes de bâches en plastique pour protéger le béton, le bois ou les aciers.	Entreprises	Mémoire technique SOGED
	Dans certaines conditions, incorporer sous conditions strictes les restes de treillis et de barres dans le béton.	Entreprises, BE	
	Classer les restes de bois pour une utilisation ultérieure.	Entreprises	
	Nettoyer régulièrement le chantier. Un chantier propre est un chantier où l'on travaille plus proprement.	Entreprises	Mémoire technique SOGED Visites surprises
	Prévoir des zones de circulation propres et sans boue. La boue génère des difficultés d'accès aux zones de tri et peut polluer les matériaux à utiliser ou recycler.	Entreprises	Mémoire technique Plan d'implantation de chantier SOGED
	Evacuer les bennes avant qu'elles ne débordent.	Entreprises	Suivi régulier Visites surprises
	Privilégier les emballages facilement recyclables	Entreprises	Mémoire technique SOGED

Tableau 9 : Principes de gestion des déchets de chantier



4.3. Réutilisation

4.3.1. Définition

La réutilisation se définit comme « toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau » (*ordonnance n°2010-1579 relative aux déchets*). A l'inverse du réemploi où les matériaux et produits sont utilisés sur le site même du chantier (conservation de l'existant), la **réutilisation doit être comprise comme une nouvelle utilisation hors site, c'est-à-dire sur un chantier différent de celui dont ils sont issus, de matériaux et produits/éléments sortis du chantier et ayant acquis le statut de déchet.**

La limite entre réutilisation et réemploi ne se situe alors qu'au niveau du statut de l'élément (déchet ou non) et fait qu'il soit sorti ou non du chantier. Dans la réalité, les deux termes sont souvent mélangés. L'utilisation sur un chantier d'éléments provenant d'un autre chantier est aussi appelé « réemploi ».

4.3.2. Concepts généraux

Notons qu'il peut y avoir deux approches très différentes pour la conception intégrant des produits de récupération :

- **Conception définissant les besoins** : l'architecte conçoit son bâtiment puis recherche des éléments de récupération pouvant s'adapter (directement ou avec reconditionnement) à sa conception.
- **Conception adaptée à l'offre en produits de récupération** : dans ce cas, une recherche préliminaire des éléments sera réalisée et l'architecte adaptera sa conception aux éléments disponibles.

La décision du niveau d'utilisation de matériaux de récupération dépend de plusieurs critères:

- **La taille du projet** : Le taux de réutilisation peut être plus important pour des bâtiments de petite taille. En revanche, il peut être économiquement plus pertinent pour des projets importants en raison du grand volume de matériaux à employer.
- **La maîtrise d'œuvre et les constructeurs ont déjà une certaine expérience dans le domaine**. Savoir comment et où trouver les matériaux de récupération peut améliorer l'efficacité, la rentabilité du processus ainsi que la qualité de la mise en œuvre.

- **L'ouverture et l'expérience des acteurs impliqués.** La réutilisation nécessite l'acceptation des bureaux de contrôle, des bureaux d'étude, de l'assurance, de l'architecte, de la maîtrise d'ouvrage, des clients finaux.
- **Le temps disponible pendant la conception et/ou les phases de construction,** pour localiser et acquérir les matériaux à réutiliser. La conception doit en effet s'adapter à l'offre en matériaux de seconde main.
- **La disponibilité des matériaux de récupération et des matériaux neufs.** La non disponibilité des matériaux de récupération annihile les objectifs de départ pour la réutilisation. A l'inverse, la faible disponibilité à proximité de matériaux neufs peut favoriser la réutilisation.
- **Le type de bâtiment :** Les matériaux en bois ou métalliques représentent par exemple la plus grande catégorie de matériaux de récupération.
- **La complexité du bâtiment.** Un bâtiment très complexe dans son architecture aura plus de difficultés à employer des matériaux de récupération.

Les matériaux récupérés peuvent être obtenus à partir de différentes sources :

- **De la déconstruction d'un bâtiment existant sur le site ou sur un site voisin.** C'est sans doute la meilleure façon d'obtenir des produits de récupération, en particulier, si un inventaire des matériaux peut être fait avant la conception du nouveau bâtiment. De plus, obtenir des matériaux à partir d'une source unique à proximité du chantier permet d'avoir une certaine cohérence et une meilleure qualité des matériaux.
- **De la vente de produits directement par les entreprises de démolition / déconstruction** (peu répandu).
- **De la vente de fournisseurs de produits de récupération.** C'est a priori la pratique la plus logique et qui sera amenée à se développer.
- **De la vente en ligne sur internet ou par des petites annonces.**

Afin de mener à bien un projet utilisant des matériaux de récupération, plusieurs concepts généraux doivent être suivis :

- **Impliquer tous les acteurs du projet** (bureaux d'études, bureaux de contrôle, assureurs, constructeurs, utilisateurs...) dès la phase de conception et les tenir au courant des spécificités (caractéristiques et mise en œuvre) des matériaux de récupération envisagés.
- **Permettre une certaine flexibilité technique et économique** dans les pièces contractuelles du projet. En effet, la conception du bâti peut varier en fonction de la disponibilité finale des produits et leur validation ou non.
- **Prendre en compte le temps nécessaire pour localiser les matériaux, les récupérer et les reconditionner :** concevoir avec des matériaux de récupération demande plus de temps. Il est important de calculer si ce temps supplémentaire peut être compensé par le gain sur les prix des matériaux de récupération ou la mise en place d'autres principes (démontabilité, durabilité, évolutivité, facilité d'entretien...) qui ont un impact sur la durée de vie totale du bâtiment.
- **Réaliser un comparatif entre matériaux neufs et réutilisés en phase conception,** sur le coût, la performance et les difficultés de mises en œuvre. Il est possible de réduire les coûts de construction par la réutilisation de matériaux. Sur certains projets exemplaires, près de 10% d'économies ont pu être réalisées grâce à l'utilisation de matériaux de récupération.
- **Vérifier que les éléments réutilisés répondent aux normes et réglementations actuelles.** On rencontre en France plusieurs freins à la réutilisation, notamment en raison du principe de précaution appliqué

par les bureaux de contrôle et les assurances. Cette problématique est peu ou pas existante aux Etats-Unis ou au Canada. Des tests en laboratoires peuvent être envisagés afin d'obtenir les assurances nécessaires.

Un rapport détaillé a été établi sur le processus conduisant à l'utilisation de produits de récupération et est disponible sur le site internet BAZED. <http://www.bazed.fr/theme/reutilisation>

Il présente les principaux points à prendre en compte dans la démarche suivant les étapes des phases de conception à la réalisation :

- **En phase préalable (ou de programme)**, la maîtrise d'ouvrage doit être convaincue, se fixer des objectifs en termes de réutilisation et de démarche environnementale et réaliser une étude de coût préliminaire. Cette étape conditionnera directement les étapes suivantes et le travail de la maîtrise d'œuvre pour la recherche des produits et leur intégration en conception.
- **En phase esquisse – avant-projet**, les premières traductions contractuelles de la démarche apparaissent. La maîtrise d'ouvrage et l'architecte établissent des listings de produits de récupération envisagés et leurs usages puis procèdent aux recherches de disponibilités. Les acteurs tels que les bureaux d'étude et bureaux de contrôle sont impliqués dès cette phase afin de faciliter les étapes suivantes.
- **En phase étude de projet**, la liste des produits de récupération est détaillée. Ils sont validés par les bureaux de contrôle et font l'objet d'essais éventuels. L'architecte les intègre dans sa conception du bâti. Les documents du dossier de consultation des entreprises intègrent également l'usage de ces produits. Les entreprises répondent en connaissance de cause.
- **Durant le chantier**, les spécifications du projet doivent reconnaître la qualité des produits de récupération et indiquer le niveau de travail supplémentaire à réaliser avant de les mettre en place. Les entrepreneurs ont besoin de savoir si les produits devront être reconditionnés, ou s'ils peuvent être mis en œuvre en l'état
- **A la réception de chantier** les entreprises doivent communiquer leurs plans, les notices techniques, les notices d'entretien, les descriptifs des matériaux neufs et réutilisés mis en œuvre...

Un logigramme sur la démarche de réutilisation est téléchargeable sur le site BAZED.

<http://www.bazed.fr/theme/reutilisation>

4.3.3. Principes et solutions techniques

Les principes et solutions techniques concernant la réutilisation sont consultables sur le site internet BAZED.

<http://www.bazed.fr/theme/reutilisation>

4.3.4. Idées de réutilisations

Le tableau suivant donne un ensemble d'idées de réutilisation / réemploi d'éléments issus du bâtiment. Il convient bien entendu que les réutilisations choisies soient en accord avec les spécifications réglementaires et techniques d'usage (au cas par cas).

Structure	
Poutre béton	Poutre / Mobilier urbain / Mobilier d'intérieur / Bordures / Séparateurs routiers / Mur de rétention de terre (empilement) / Structure de local technique (empilement) / Masse pour stockage de la chaleur intérieure (derrière un poêle) / Eléments de chaussée / etc.
Poutre, poutrelle, profilés métallique	Poutre / Poteau / Poteaux clôture lourde / Pieux / Support réseaux (poutrelles aluminium ou Warren) / Eléments de protection aux chocs / Glissières / Echelle / Supports d'escaliers / Support végétaux (poutrelles Warren) / Eléments de brise soleil (profilés légers en aluminium) / Garde-corps / etc.
Poutre, poteau bois	Poutre / Poteau / Mobilier urbain / Mobilier d'intérieur / Bordures / Eléments de clôtures / Cloisons (éléments empilés) / Cloisons ajourées / Eléments de séparation des espaces / Eléments de protection aux chocs / Glissières / Garde-corps / etc.
Poteau béton	Poteau / Mobilier urbain / Bordures / Séparateurs routiers / Masse pour stockage de la chaleur intérieure (derrière un poêle) / Eléments de chaussées / etc.
Poteau métallique	Poutre / Poteau / Poteaux clôture lourde / Pieux / Support réseaux (poutrelles aluminium ou Warren) / Eléments de protection aux chocs / Glissières / Echelle / Supports d'escaliers / Support végétaux (poutrelles Warren) / etc.
Fermes et fermettes métalliques ou bois anciennes	Fermes ou fermettes apparentes (esthétique) / etc.
Fermettes bois	Fermettes bois (combles) / etc.
Briques pleines	Tous usages des briques pleines / Mur masse pour stockage de la chaleur intérieure (derrière un poêle) / Mobilier urbain / Parement extérieur / Clôtures / Dalle rustique avec briques apparentes / Murs anti bruits (dans grillage) / etc.
Pierres de maçonnerie	Tous usages des pierres de maçonnerie
Sabots métalliques	Même usage
Equerres et platines métalliques	Même usage / Eléments de mobilier urbain / Echelle / etc.
Panneaux préfabriqués béton	Même usage (pour maison individuelle ou faibles charges) / Chaussée (à plat) / Remplissage non structurel / Eléments de plancher / Berlinoise / Murs acoustiques routiers / etc.
Panneaux bois à OB	Mur / Mur séparatif / Support de scène / Plancher à faibles sollicitations / etc.
Console métallique	Support de balcon / Support de passerelle / etc.
Boulonnerie	Boulonnerie
Câbles ou tiges	Même usage / Supports de réseaux / Supports de toile légère / Garde-corps/

métalliques de contreventement	Décoration / Tirants pour balcon ou passerelle en porte à faux / Support de végétaux / Tirants / etc.
Briques alvéolaires, bloc creux béton	Pas de réutilisation en l'état. Remblai / Drainage / etc.
Escaliers préfabriqués	Escalier préfabriqué / etc.
Isolation thermique et acoustique	
Panneaux sandwichs	Panneaux sandwichs / Cloisonnement / Fond de coffrage isolé perdu / Eléments de clôture / Murs acoustiques routiers / Portes coulissantes / Confinements d'équipements industriels / Parois pour cabane de jardin / Complément d'isolation / Protection aux chocs / Berlinoise / Garde-corps/ etc.
Isolation thermique en vrac	Complément d'isolation thermique en vrac (sur combles, faux plafond, planchers) / Calfeutrement / Calorifugeage / Substrat de culture / etc.
Panneaux d'isolation thermique PSE, XPS, PU	Isolant thermique / Réservations / Couche d'amortissement des chocs (derrière revêtement dur) / Ame murs acoustiques routiers / etc.
Rouleaux laine minérale	Complément d'isolation thermique / Calfeutrement / Ame murs acoustiques routiers / Calorifugeage de tuyaux ou gaines / Substrat de culture / etc.
Sous couche acoustique mince	Sous couche acoustique mince / Couche de séparation d'appui entre éléments béton / Joints / Etanchéité à l'eau / Protection aux chocs / Protection de sol durant les travaux / etc.
Isolants minces	Complément d'isolation thermique / Sous couche acoustique mince / Revêtement intérieur réflecteur / Revêtement intérieur de puits de lumières / Calorifugeage / etc.
Couche fine de liège	Revêtement intérieur / Mobilier / Sous couche acoustique / Panneau acoustique absorbant / etc.
Revêtements intérieurs et composants de parois	
Volige bois	Voliges / Revêtement intérieur / Mobilier / Parois verticales (sois en doublage, soit empilées à plat) / Base de comptoir (empilées à plat) / Coffrage / Poutrelles pour faibles charges (voliges regroupées par serrage) / Faux plafond / Plancher pour combles non accessibles / Eléments de décoration / etc.
Pare-vapeur	Protection de chantier (sol, murs, etc)
Panneaux OSB	Tous usages panneaux OSB / Revêtement intérieur (patchwork) / etc.
Sols souples PVC	Sous couche résiliente / Etanchéité / Pare pluie / Protection aux chocs / etc.
Dalles de moquette non collées Moquette	(Attention aux aspects sanitaires) Bardeaux / Sous couche acoustique / Revêtement acoustique / Complément d'isolation thermique (plusieurs couches serrées) / Protection contre les chocs / Patins amortisseurs (empilement) / Murs ou cloisons non structurels (empilement) / Cloisons acoustiques (entre rail et BA13) / etc.
Panneaux de faux plafond (fin en laine minérale)	Faux plafond / Complément d'isolation thermique / Gaine technique / Remplissage cloison acoustique / Calfeutrement acoustique d'équipement industriel / etc.

Panneaux de faux plafond (plâtre, OSB)	Faux plafond / Parement de cloison / Mobilier (OSB) / etc.
Parquet	Revêtement intérieur / Mobilier / Bardage / Cloison ou comptoir (pièces empilées) / Garde-corps / etc.
Panneaux polycarbonate	Cloisons translucides / Puits de lumières / Ouvertures opaques / Garde-corps / Mobilier / etc.
Plaques de plâtre	Doublage intérieur / Cloisonnement / Faux plafond / etc.
Capots, parement métalliques	Même usage / Bardage / Brise soleil / Garde-corps/ etc.
Parements extérieurs, étanchéité	
Tôle nervurée	Tôle nervurée / Bac acier / Fond de coffrage / Bardage / Revêtement intérieur / Mobilier d'intérieur et urbain / Chemins de câbles / Berlinoise / Garde-corps/ Chemins d'eau / etc.
Tuiles	Tuiles / Mobilier d'intérieur et urbain / Mur masse pour stockage de la chaleur intérieure (derrière un poêle) / Murets / Gouttières / Chemins d'eau (aménagement paysagé) / Bardage / Brise soleil / etc.
Membrane d'étanchéité (PVC, EPDM...)	Etanchéité / Pare pluie / Protection aux chocs / etc.
Fenêtres	Fenêtres / Eléments de façade / Cloisons / Planchers vitrés non accessibles / etc.
Portes	Portes / Bardage / Fond de coffrage / Plancher / Faux plafond/ Garde-corps / Parement de cloison / Mobilier / etc.
Bardage en caissettes métalliques	Bardage / Mobilier / Revêtement intérieur / Garde-corps/ Parement de cloisons / Faux plafond / etc.
Bardage ajouré en lames bois Bardage en clin bois	Bardage / Mobilier / Revêtement intérieur / Panneaux acoustiques suspendus / Tasseaux / Volige / Parement de cloison / Cloison ajourée / Eléments de coffrage / Garde-corps / Murs ou comptoirs (pièces empilées) / etc.
Bardage en panneaux bois (ex Trespa)	Bardage / Mobilier / Revêtement intérieur / Garde-corps / Revêtement de cloison / Faux plafond / Eléments de coffrage / Eléments de plancher / Poutrelles pour faibles charges et portées (découpes fixées sur leur plus grande face) / Volige / Murs ou comptoirs (pièces empilées) / etc.
Pare-pluie	Protection de chantier / Pare-pluie / Toile légère / etc.
Nappe à excroissances (ex. Delta MS)	Même usage / Fond de parterre de plantes / Protection / Revêtement intérieur ou extérieur / Pare pluie / etc.
Bardeaux	Bardeaux / Sous couche acoustique résiliente / Eléments amortissant pour cloisons (entre rail et plaque de parement ou entre plaques) / etc.
Parement pierre	Parement pierre / Mobilier / Dallage / Masse pour stockage de la chaleur intérieure (derrière un poêle) / Parement de cloison / etc.
Skydômes, hublots	Même usage / Ouvertures translucides / Fonds de coffrage / Luminaires urbains (cf Bellastock) / Décoration / Mobilier urbain ou intérieur / Revêtement de cloison / Eléments acoustiques suspendus / Eléments de garde de corps / etc.

Equipements	
Canalisations PVC	Voutains / Gains de réseaux / Supports de réseaux / Canalisations PVC / Réservations pour dalles alvéolaires / Coffrages poteaux béton / Protection contre les chocs / Brise soleil / Poteaux et poutrelles pour très faibles charges / Profilés pour cloisons / Mobilier/ Drainage (tuyaux percés) / etc.
Canalisations cuivre, métal	Profilés supports de réseaux / Mobilier / Structure secondaire / Suspentes / Garde-corps/ Décoration / Canalisations / etc.
Chemins de câbles électriques	Chemins de câbles / Brise soleil / Mobilier / Rails / Bardage / Eléments de cloison ajourée / etc.
Radiateurs en fonte	Radiateur / Mobilier / Décoration / Comptoir (empilés) / Cloison ajourée / Garde-corps / Mur masse pour stockage de la chaleur intérieure (derrière un poêle) / etc.
Sanitaires	Sanitaires / Décoration / Mobilier / etc.
Baignoires	Baignoire / Mobilier / Fond de cuve de récupération d'eau / etc.
Stores	Stores / Toile d'intérieur / Décoration / Revêtement / Ecran de projection / Cloisonnement visuel / etc.
Luminaires	Luminaires
Prises électriques, interrupteurs	Même usage
Aménagements extérieurs	
Lames de terrasses en bois composite	Lames de terrasse / Platelage toit terrasse / Lames de plancher ou passerelle / Brise soleil / Parement intérieur / Bardage / Garde-corps / Cloison ou comptoir (pièces empilées) / Mobilier / Berlinoise / Plots pour toiture inversée / etc.
Pavés	Pavés / Mur masse pour stockage de la chaleur intérieure (derrière un poêle) / Eléments de maçonnerie / Mobilier / Dallage / etc.

Tableau 10 : Idées de réutilisation d'éléments du bâtiment



4.4. Entretien / Maintenance

4.4.1. Définitions

Maintenance : Ensemble des mesures permettant de constater, d'apprécier et de conserver l'état d'un ouvrage. La maintenance comprend l'ensemble des actions de surveillance, d'entretien et de renouvellement survenant pendant la durée d'utilisation d'un bâtiment.

Entretien : Mesures propres à conserver et à rétablir l'état exigé de l'ouvrage (ou de son état initial). En règle générale, il s'agit de mesures destinées à maintenir la valeur existante. L'entretien peut être planifié (préventif) ou correctif (dépannage et réparation).

4.4.2. Concepts généraux

La réduction de déchets d'un bâtiment passe aussi par la prise en compte, dès sa conception et l'organisation de son exploitation, des futurs travaux d'entretien et de maintenance. Cette réduction des déchets sera directement liée à :

- la prévision des opérations adéquates d'entretien maintenance,
- leur bonne réalisation suivant les fréquences prévues pendant toute la durée de vie du bâtiment, permettant ainsi d'éviter les dégradations prématurées des matériaux/équipements et ainsi avoir recours à leur changement,
- la réduction des besoins de changement, et des déposes/démolitions nécessaires aux travaux d'entretien maintenance.

Lors de la conception du bâti et de l'organisation de l'exploitation, les points clés pour la réduction des déchets liés à l'entretien maintenance sont :

- **Bien choisir les matériaux et les équipements :**
 - Adapter la résistance des matériaux aux sollicitations d'usage (ex. passage, chocs, tâches, etc.) ou climatiques (ex. gel, UV, pluie, vent, sels, etc.).
 - Adapter les performances des équipements aux besoins (un équipement en sur ou sous régime s'abîmera prématurément)
 - Préférer les matériaux et équipements robustes ayant une bonne durée de vie. Le « moins cher » coûtera souvent plus sur le long terme (nécessité de remplacement) et générer aussi plus de déchets.

- Préférer les matériaux bruts sur lesquels tâches, chocs et rayures ne sont pas gênantes et ne nécessitant pas d'entretien particulier (ex. peinture, vernis, etc.)
- Préférer les matériaux et équipements nécessitant peu d'entretien maintenance.
- Préférer les matériaux et équipements facilement réparables.

Un document présentant les différents produits du bâtiment, leur durée de vie et leurs modes d'entretien est proposé sur le site internet BAZED.

<http://www.bazed.fr/theme/entretien-maintenance>

- **Prévoir des éléments facilement démontables** : lors d'opérations de maintenance ou des travaux de changement, une conception démontable permet de ne toucher qu'à l'élément voulu sans avoir à démolir/dégrader les éléments adjacents puis à les remplacer également (in fin moins de coûts et de déchets)
- **Partitionner les éléments** : la partition des éléments permettra de ne remplacer qu'un élément de dimensions réduites en cas de dégradation.
- **Respecter les prescriptions de mises en œuvre** : se référer aux normes et documents en vigueur pour éviter les désordres et une dégradation prématurée des éléments : DTU, Règles professionnelles, ATec, ETN, ATEEx...
- **Accès aux équipements et systèmes** : faciliter le contrôle, le dépannage, la réparation et le remplacement des éléments. Notamment en prévoyant :
 - des équipements visibles,
 - des éléments de protection et revêtements démontables,
 - en repérant les éléments (ex. flèches, pictogrammes),
 - en mettant en évidence les pièces d'assemblage.

La facilité d'accès permet le respect des opérations d'entretien maintenance et la réduction des dégradations connexes nécessaires à ces opérations.

- **Renseigner la composition du bâtiment (localisation et types de produits, connexions)** :
 - Créer une maquette BIM détaillée utilisable par la MOA et/ou le gestionnaire de l'entretien maintenance.
 - Faire un DIUO : Dossier d'Intervention Ultime de l'Ouvrage.

Ces éléments permettent de repérer directement la localisation des opérations d'entretien maintenance à mener, où sont les assemblages, les types de matériaux concernés et modes d'interventions.

- **Organiser l'entretien maintenance** :
 - Créer un Plan prévisionnel d'entretien et de maintenance ou carnet d'entretien.
 - Créer un Carnet de Vie du bâtiment.
 - Passer des contrats d'entretien et d'exploitation.

Le plan prévisionnel et le carnet de Vie permettent de fixer clairement les règles de l'entretien maintenance et ainsi leur bonne réalisation. Ils sont réalisés sur la base du DIUO. La Maîtrise

d'Ouvrage néglige souvent certaines opérations par méconnaissance, il est donc nécessaire de bien la documenter. La contractualisation pour les opérations d'entretien maintenance permet de s'assurer leur réalisation. Ces documents sont présentés dans un document disponible sur le site internet BAZED.

4.4.3. Principes et solutions techniques

Les principes et solutions techniques concernant l'entretien maintenance sont consultables sur le site internet BAZED. <http://www.bazed.fr/theme/entretien-maintenance>.



5

4.5. Evolutivité

4.5.1. Définition

L'architecture évolutive peut être définie comme l'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...

4.5.2. Evolution

4.5.2.1 Modes d'évolution

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

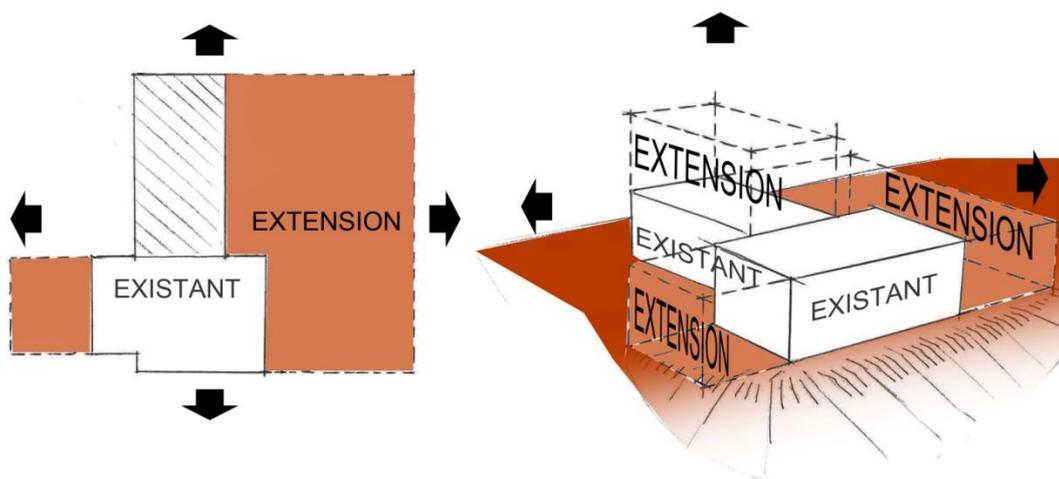


Figure 6 : illustration évolution formelle

⁵ Bâtiment du Pressoir au Havre – Architecte : Ateliers 6.24 – Maîtrise d'ouvrage : CODAH

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.

La partie 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.

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.

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

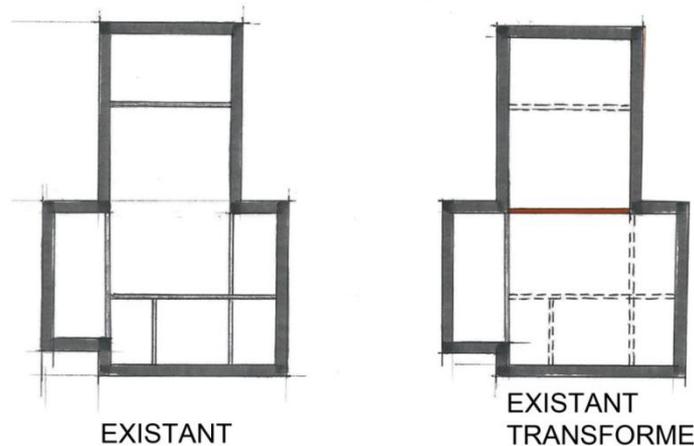


Figure 7 : Illustration évolution par transformation

Contrairement au type d'évolutivité précédent, la transformation se situe à l'intérieur de 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.

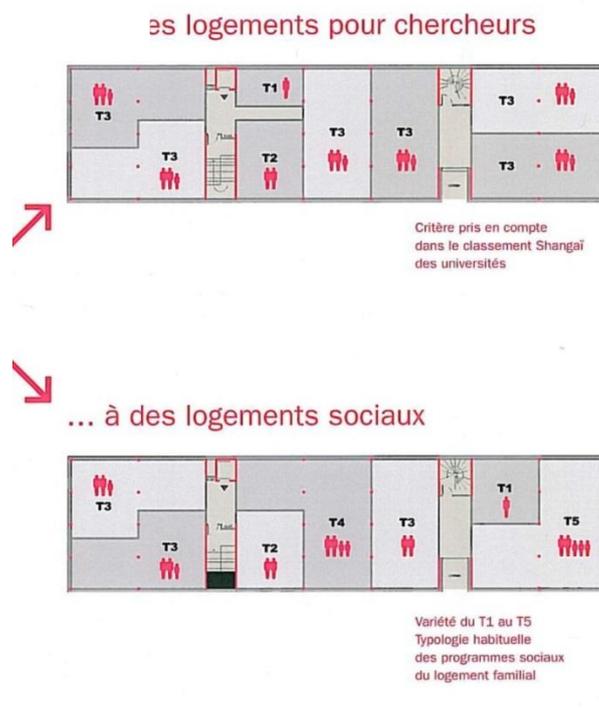


Figure 8 : Extrait du document « Habitat Colonne » (ADIM Normandie-Centre/VINCI Construction)

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

- ... les deux

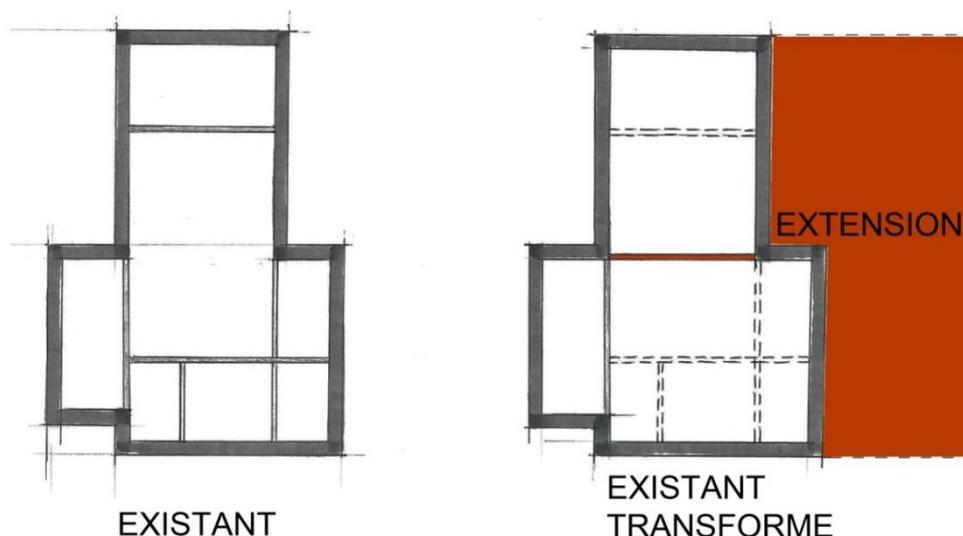


Figure 9 : Illustration évolution par extension + d'usage

4.5.2.2 Facteurs de changements

Certains facteurs de changements sont propres aux types de bâtiments. Le tableau suivant présente quelques exemples :

Type de bâtiment	Exemples associés	Facteurs de changement et nouvelles pratiques qui en découlent
<p>LOGEMENT</p> <p>Collectif</p> <p>Individuel</p>	<p>La « Girolle »</p> <p>Pierre LAJUS (1966)</p> <p>Cette maison individuelle évolue selon les moyens et les besoins de la famille.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Foncier, terrain disponible / modification des règles d'urbanisme. • Variation de la structure familiale : familles recomposées, monoparentales, célibat. • Rapport coût des loyers ou du foncier - pouvoir d'achat fluctuant. • Augmentation de l'espérance de vie. • Changement propriétaire. <p>⇒ Apparition de <u>nouvelles façons d'habiter</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Espaces mutualisés. - Collocations. - Economie d'énergie. <p>...</p>
<p>TERTIAIRE</p>	<p>Bureaux NOBATEK (2009).</p> <p>L'architecture positionne l'entreprise, reflète son éthique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche de rentabilité/variation d'activité. • Politique de communication. • Evolutions technologiques. • Modifications réglementaires (urbanisme, ERP, droit du travail, ...) <p>⇒ Apparition d'<u>autres façons de travailler</u></p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Développement des activités de service (ex : centres d'appels, secrétariats mutualisés, open space..). - Bâtiment comme vitrine de l'entreprise, qui expose la philosophie de l'entreprise, son éthique. - Optimisation de l'espace : numérique, informatique, moins d'archivage papier.
INDUSTRIEL		<ul style="list-style-type: none"> • Variation d'activité, gestion des plannings (période d'activités), plans marketing et production → modularité • Avancées technologiques. • Modifications réglementaires (urbanisme, droit du travail, normes..). <p>⇒ Obligation d'avoir un <u>bâtiment facilement adaptable</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche de solutions architecturales les plus légères possibles (ossature métallique, système poteau/poutre ...)
EQUIPEMENT PUBLIC	<p>Hôpital de Bayonne, (2002 - 2014).</p> <p>La capacité du bâtiment s'est considérablement développée. Cette modification est directement liée à la politique de santé de l'Etat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Choix politiques ou budgétaires. • Fréquentation des lieux (succès ou déshérence..). • Nouvelles formes de maîtrise d'ouvrage : partenariats public /privé. <p>⇒ Conception de bâtiments qui reflètent la position de l'Etat, <u>architecture = image des institutions.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Caractère exemplaire des bâtiments - Innovation recherchée : l'Etat impulse la nouveauté

Tableau 11 : Exemples de facteurs de changements par types de bâtiments

4.5.3. Contraintes d'évolution d'un type de bâtiment à l'autre

Les tableaux suivants présentent les principales contraintes réglementaires et architecturales de l'évolution d'un type de bâtiment à l'autre et peut ainsi constituer une aide préalable à la décision.

Du logement individuel au...

CONTRAINTES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
Du logement individuel → au bâtiment industriel		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU (COS, stationnement, hauteur des constructions, prospects,...) - Normes (sismique, RT 2012,...) et labels - Sécurité - Droit du travail - Code de la construction 	<ul style="list-style-type: none"> - Parking et stationnement - Echelle du bâtiment : vérifier l'adéquation des besoins en surfaces, hauteurs, aires de manœuvres,... - Surfaces - Structure - Installations techniques (puissance électrique,...) 	<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>
<p>Points particuliers à traiter : foncier disponible, structure simple et légère, réseaux et puissances électriques et informatiques</p>		
Du logement individuel → à l'équipement public		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...) - ERP - Accessibilité PMR - Sécurité incendie - Code de la construction - Normes (sismique, RT 2012,...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Relation à l'environnement (mise en scène, image,...) - Echelle du bâtiment - Distribution interne - Eclairage - Réseaux 	<p>Ce type d'évolution ne sera possible que dans certains cas. (petit musée par exemple)</p>
<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</p>		

Du logement collectif au...

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
Du logement collectif → au logement individuel		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...) - Code civil (vues, bruit,...) - Code de la construction 	<ul style="list-style-type: none"> - Accès - Echelle du bâtiment (pas trop grand !) - Suppression des parties communes - Simplification des accès des réseaux 	<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 => grande maison</p> <p>Pour les grands collectifs, une évolution vers un habitat type logement intermédiaire peut être envisagée</p>
<p>Points particuliers à traiter : Cloisonnement, espaces paysagers extérieurs, optimisation des parties communes ou gaines techniques</p>		
Du logement collectif → au bâtiment tertiaire		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU (COS, stationnement, Hauteur des constructions, prospects,...) - ERP - Accessibilité PMR - Sécurité incendie - Droit du travail - Code de la construction 	<ul style="list-style-type: none"> - Structure du bâtiment <ul style="list-style-type: none"> • éléments porteurs • circulations • gaines techniques - Distribution intérieure, cloisonnement <ul style="list-style-type: none"> • niveaux d'éclairage 	<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>
<p>Points particuliers à traiter : Structure porteuse initiale, cloisonnement intérieur</p>		

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 (gaines 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

Du bâtiment tertiaire au...

CONTRAINTES REglementaires	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
Du bâtiment tertiaire → au logement individuel		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU - Code de la construction - Code civil - Normes (sismique, RT 2012,...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Relation à l'environnement (image, liaison ..) - Echelle du bâtiment - Enveloppe extérieure - Distribution intérieure, couloirs et parties communes - Isolation thermique et acoustique 	<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>		
Du bâtiment tertiaire → au logement collectif		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU - Accessibilité handicapés - Sécurité incendie - Code civil - Code construction - Normes (sismique, RT 2012,...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Accès, accessibilité - Relation à l'environnement - Stationnement - Distribution intérieure (circulations horizontales et verticales, parties privatives...) - Réseaux (GT, EU/EV..) - Structure : éléments porteurs compatibles avec les normes d'habitabilité Ex : ch : 2.70m minimum mais pour un séjour au moins 3.50m de large 	<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.

Du bâtiment industriel au...

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
Du bâtiment industriel → au logement individuel		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU - Normes (désamiantage, matériaux dangereux..) - Code civil - RT 2012 - Code construction 	<ul style="list-style-type: none"> - Echelle du bâtiment, volumes - Relation avec l'environnement et le paysage - Enveloppe extérieure - Isolation intérieure (thermique, acoustique,...) - Ouvertures (éclairage, vues,...) 	<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>		
Du bâtiment industriel → au logement collectif		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU - Normes - Accessibilité handicapés - Sécurité incendie - Code civil - Code construction - RT 2012 	<ul style="list-style-type: none"> - Relation à l'environnement - Stationnement - Echelle du bâtiment (hauteurs, surface..), circulations horizontales - Isolation intérieure - Enveloppe extérieure, amenées de lumière, ouvertures - Création de parties communes / parties privatives - Création de réseaux, GT - Distribution intérieure 	<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 paraît 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

De l'équipement public au...

CONTRAINTES REGLEMENTAIRES	CONTRAINTES ARCHITECTURALES	REMARQUES
De l'équipement public → au logement individuel		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU - Normes (sismique, RT 2012,...) - Code civil - Code construction 	<ul style="list-style-type: none"> - Echelle du bâtiment (surfaces, hauteurs..), adéquation bâtiment existant/projet - Distribution intérieure : organisation des espaces, modification des fonctions, notion d'intimité 	<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"> - PLU - Accessibilité handicapés - Sécurité incendie - Code civil - Code construction - Normes (sismique, RT 2012,...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Accès, accessibilité - Relation à l'environnement - Stationnement - Distribution intérieure (circulations horizontales et verticales, parties privatives...) - Réseaux (GT, EU/EV...) - Structure : éléments porteurs compatibles avec les normes d'habitabilité 	<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"> - PLU - Code du travail - Code construction - Normes (sismique, RT 2012,...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Echelle du bâtiment - Distribution intérieure 	<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		
<ul style="list-style-type: none"> - PLU - Normes - Droit du travail - Code de construction 	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p><u>Points particuliers à traiter</u> : Redimensionner les espaces, Adapter au calcul des charges, Traiter la dangerosité</p>		

Tableau 12 : Tableaux des contraintes de l'évolution d'un type de bâtiment à l'autre

4.5.4. Concepts généraux

L'évolution en architecture ne peut pas revêtir une seule forme, plusieurs axes majeurs peuvent être différenciés: l'extension et la transformation (ou le changement d'affectation) ou les deux à la fois. 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,...

La diminution de la quantité de déchets passe par sa prise en compte le plus en amont possible du processus de conception. L'élaboration du programme est une étape essentielle de l'architecture évolutive. Elle s'accompagne d'une attitude d'anticipation quant au cycle de vie du bâtiment et aux évolutions techniques, sociales et économiques. Aucune règle précise n'est applicable, cependant des principes majeurs peuvent être dégagés:

- Positionner son bâtiment sur la parcelle en prévoyant ses éventuelles extensions.

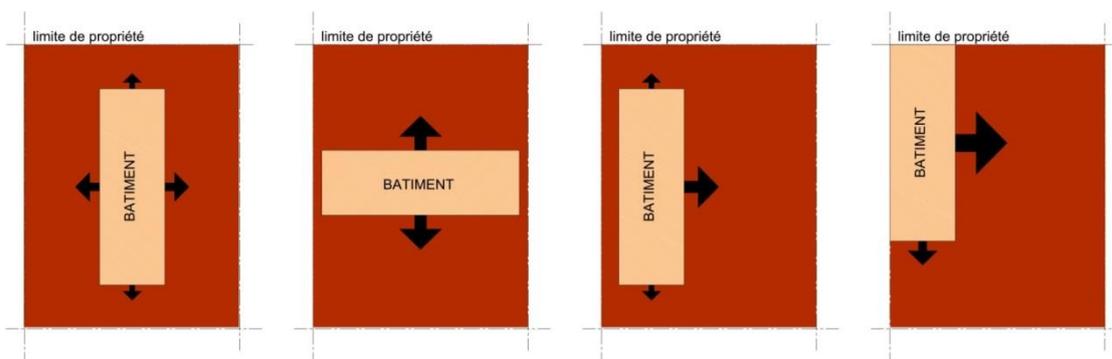
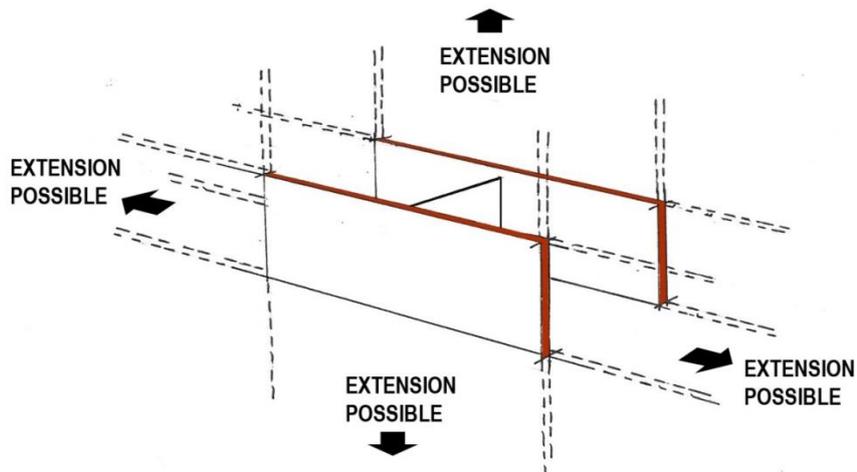
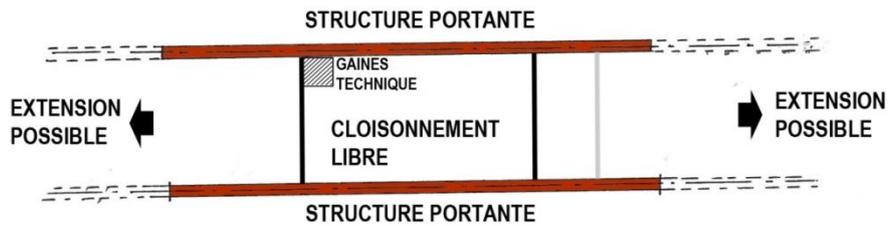


Figure 10 : évolutivité, positionnement sur la parcelle

- Permettre une grande flexibilité à l'intérieur du bâtiment :
 - Privilégier le plan libre est une solution pour composer des espaces indépendamment des contraintes structurelles en utilisant des poteaux plutôt que des murs de refend pour réaliser la structure du bâtiment.

- Choisir des éléments adaptables, flexibles, démontables, mobiles, etc., permettant des recompositions multiples à moindre coût et en limitant les déchets.
- Externaliser les blocs sanitaires de l'ensemble de la structure.
- Externaliser les accès et circulations. Les rendre indépendants de la structure et démontables.
- Favoriser les systèmes constructifs systématiques (trames). Le recours à une trame facilite la compréhension de l'espace et favorise le développement. Il est possible de reproduire une trame, la diviser, lui ajouter des ½ trames, etc.

Exemples de systèmes constructifs reproductibles en trames :



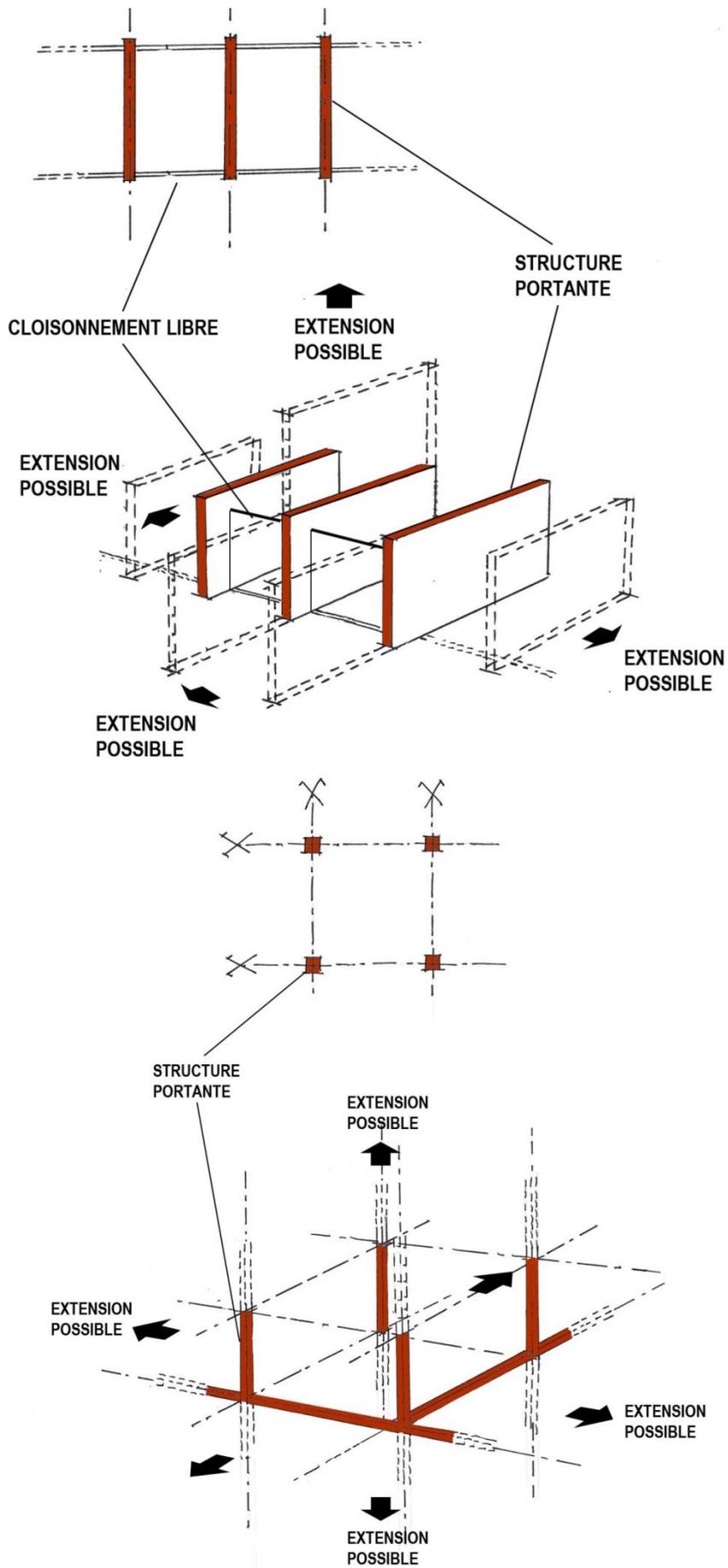


Figure 11 : exemples de trames systématiques reproductibles

- **Dimensionner et positionner les éléments en prévision d'une future extension :**

- Prévoir des fondations évolutives (surdimensionnement, doublage des fondations, réalisation des futures fondations, etc.).
- Prendre en compte dès la conception du projet les liaisons et articulations structurelles entre le « bâtiment de base » et son extension (ex ancrages ou platines en attente) en considérant les contraintes foncières et réglementaires.
- Prévoir en façade là où seront prévus les cheminements des planchers existants aux nouveaux planchers (par ex avec des ouvertures toute hauteur).



Ouvertures toute hauteur et démontable aux endroits des futurs cheminements entre le bâtiment existant et l'extension. (Bâtiment NOBATEK)

Figure 12 : Ouvertures en façade en vue d'une extension du bâtiment

- Prévoir le surdimensionnement des éléments structuraux et/ou des réseaux en vue de l'évolution prévue.
- **Prévoir des éléments démontables et/ou adaptables :**
- Concevoir des éléments démontables, facilement interchangeables ou transformables en vue d'un futur agrandissement ou d'un changement d'affectation (par exemple en créant des ouvertures dans un mur porteur qui pourront être transformées en passage...).
 - Préférer l'utilisation de structures légères.
- **Considérer également les aménagements intérieurs :**
- Favoriser le cloisonnement / décroisonnement par :
 - l'utilisation de cloisons démontables (bois, verre...),
 - la conception d'espaces ouverts : le mobilier peut créer le cloisonnement, les open space constituent des espaces modifiables, etc.,
 - 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

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.
 - o Alléger autant que faire se peut l'impact de la structure sur l'ensemble du bâtiment.
 - o Dimensionner les éléments en vue de recevoir une surcharge éventuelle.
 - o Externaliser les blocs sanitaires de l'ensemble de la structure.
 - o 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 hérisson 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.



4.6. Démontabilité

4.6.1. Définition

La démontabilité en architecture concerne la capacité d'un bâtiment, d'un système constructif, d'un assemblage à être démontable, adapté à la déconstruction.

Un bâtiment démontable dans l'idéal se caractérise par la possibilité d'être mis en pièces et réassemblé ou réutilisé à l'infini.

4.6.2. Concepts généraux

Les concepts de conception pour un bâtiment démontable touchent à la fois le choix des formes et structures, des assemblages et des matériaux.

Formes et structure :

- Privilégier les structures poteaux-poutres, les travées ouvertes avec éléments porteurs extérieurs où la structure comprend en un nombre plus limité de connexions et de plans. Associer à la structure poteaux-poutres des connecteurs visibles et accessibles afin communiquer d'elle-même son potentiel de démontage.
- Prévoir une grille structurelle standard (en hauteur d'étage par exemple) permettant l'utilisation de composants rattachés, eux-mêmes standards et réutilisables.
- Maximiser les portées structurelles.
- Privilégier les formes simples et épurées.
- Appliquer le plus possible la théorie des couches, les groupes d'éléments, la décomposition fonctionnelle et un système en hiérarchie d'éléments ouverts. Les différentes couches fonctionnelles de l'enveloppe doivent être indépendantes et/ou liées mécaniquement (les blocs avec isolation dans les alvéoles ou coffrages bétons préfabriqués avec isolation au son sein sont par exemple des mauvais exemples).
- Penser au séquençage des opérations de déconstruction.
- Concevoir en intégrant la charge de travail pour les étapes de séparation : en privilégiant des composants « à taille humaine » ou manipulable avec des équipements mobiles standards.
- Penser les espaces de manière à faciliter la logistique de déconstruction, faciliter le démontage, le stockage et l'évacuation des flux.

⁶ Musée Pompidou - Paris

Assemblages :

- Les assemblages sont un des aspects majeurs de la démontabilité. Outre le fait qu'ils soient intrinsèquement démontables, ils requièrent accessibilité, simplicité et compréhensibilité des outils nécessaires et des étapes de démontage.
- Pour qu'ils soient démontables, utiliser des assemblages mécaniques et non collés. Ils seront principalement boulonnés ou vissés. Les liants, enduits et colles rendent les matériaux difficiles à séparer et à recycler. Ils impactent également la santé humaine et des écosystèmes
- Réduire le nombre d'assemblages et privilégier les plus grandes tailles. La taille et le nombre d'assemblages ont en effet une influence sur la charge de travail et donc le choix de la démontabilité.
- Aller vers une homogénéité des types et des tailles d'assemblages évitant d'avoir recours à de multiples outils et de générer des pertes de temps au démontage. Faire en sorte que les assemblages soient démontables avec des outils courants.
- Rendre les assemblages accessibles visuellement et ergonomiquement. Par exemple en les rendant directement visibles, en évitant les finitions qui les masquent, en les disposant à des niveaux directement accessibles sans moyens de grande ampleur.
- Choisir des assemblages robustes qui supportent plusieurs montages/démontages.
- Prévoir les tolérances nécessaires pour les opérations de démontage.

Matériaux :

- Privilégier les matériaux résistants afin d'éviter la casse au moment du démontage et faciliter la réutilisation.
- Sélectionner des matériaux qui conserveront leur valeur et/ou seront plus recyclables ou réutilisables. Des matériaux ayant une certaine valeur et non dégradés au moment de la déconstruction favoriseront le choix du démontage en vue de la réutilisation.
- Utiliser le plus possible des matériaux et éléments qui ne se déformeront pas pendant les phases de construction et vie de l'ouvrage.
- Privilégier les matériaux/systèmes ayant des qualités en termes de modularité, indépendance et standardisation afin faciliter leur réutilisation.
- Réduire au maximum l'utilisation de matériaux liquides (ex étanchéité, revêtements) qui contaminent le support et empêchent leur réutilisation.
- Utiliser des joints secs ou ajourés.
- Prévoir, sur les éléments, des éléments facilitant la manutention (ex poignées, têtes de levage).

Equipements

- Séparer les systèmes de ventilation, électrique et de plomberie afin de simplifier la séparation des composants lors des opérations de réparation, remplacement, réutilisation ou recyclage.
- Désolidariser les systèmes des éléments qui les portent en ne les englobant pas mais en prévoyant par exemple des chemins de câbles, des goulottes, des caissons ou plinthes.
- Consolider les réseaux pour réduire le nombre de connexions.
- Accepter les réseaux apparents. Cela permet une localisation et un démontage beaucoup plus simples sans impacter sur les éléments environnants. Les réseaux apparents peuvent de plus avoir un aspect esthétique.
- Privilégier le chauffage refroidissement passif.

Documentation et repérage :

- Etablir un plan de déconstruction détaillé et un plan de recollement. Le plan sera un guide pour les opérations de démontage. Il indiquera en détail les éléments présents, des schémas et coupes, le type et la localisation des assemblages, les outils nécessaires, les méthodes de déconstruction. Ce plan, relativement facile à établir au moment de la construction, doit être inclus dans le cahier des charge du bâtiment. Il permettra une meilleure préparation du chantier de déconstruction et un gain de temps et de coûts importants.
- Identifier les points clés de démontage. Les assemblages seront repérés de manière permanente.
- Idéalement, utiliser une maquette BIM.
- Mettre à jour la documentation tout au long du cycle de vie du bâtiment.

4.6.3. Avantages et inconvénients de différents types de structures

Le tableau ci-dessous donne les principaux avantages et inconvénients des types de structures courants.

Type de structure	Avantages	Inconvénients
Structure maçonnée	<ul style="list-style-type: none"> - Composants individuels décomposables et facilement réutilisables. - Masse solide recyclable si monolithique. - La réutilisation n’influence pas la conception. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les blocs doivent utiliser du liant mou pour être réutilisés, ce qui réduit la solidité de la structure. - Peut inclure des renforcements ce qui rend plus difficile la déconstruction. - Requiert des engins lourds pour décomposer les structures. - Peut être composée de murs latéraux ce qui réduit la modularité.
Structure légère	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace sur le plan structurel et modulable. - Facile à transformer en éléments recyclables si détaillé de manière appropriée (pas de béton in-situ). - Peut être posée séparément du bardage et de l’isolation. - Peut être industrialisée (pas de béton in-situ). 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficile à déconstruire à moins que le cadre utilise des joints appropriés. - Les encoches, les trous et les liaisons peuvent réduire les possibilités de réemploi. - La déconstruction est manuelle ou mécanique en fonction de la taille et du type de structure.
Structure de type « panneaux »	<ul style="list-style-type: none"> - Efficace sur le plan structurel. - Production en usines – apport de précision. - Tous les composants peuvent être construits en minimisant les déchets. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiert une déconstruction mécanique. - Les matériaux sont liés et difficiles à séparer. - La présence de renforcement des murs réduit les options internes.
Structure de type « Poteaux et poutres »	<ul style="list-style-type: none"> - Structure séparée de l’enveloppe et des autres systèmes qui permet l’utilisation de dimensions standardisées et de matériaux homogènes. - Permet de réduire la masse de la structure à peu de composants linéaires. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les éléments les plus imposants nécessitent une déconstruction mécanique. - Moins d’options de multi fonctionnalités sont envisageables.

Tableau 13 : Avantages et inconvénients des types de structures courants.

4.6.4. Notions complémentaires pour la conception des assemblages

Les assemblages sont au cœur de la conception pour la démontabilité. Les concepteurs doivent prendre en compte certaines notions pour assurer le caractère démontable d'un bâtiment, d'un ensemble d'éléments et des assemblages. Ces notions⁷ sont :

1. La décomposition fonctionnelle
2. La systématisation et clustérisation
3. La relation hiérarchique entre les éléments
4. La spécification des éléments de base
5. Le séquençage des assemblages
6. L'interface d'assemblage
7. Le type de connexions
8. La coordination du cycle de vie dans l'assemblage/désassemblage

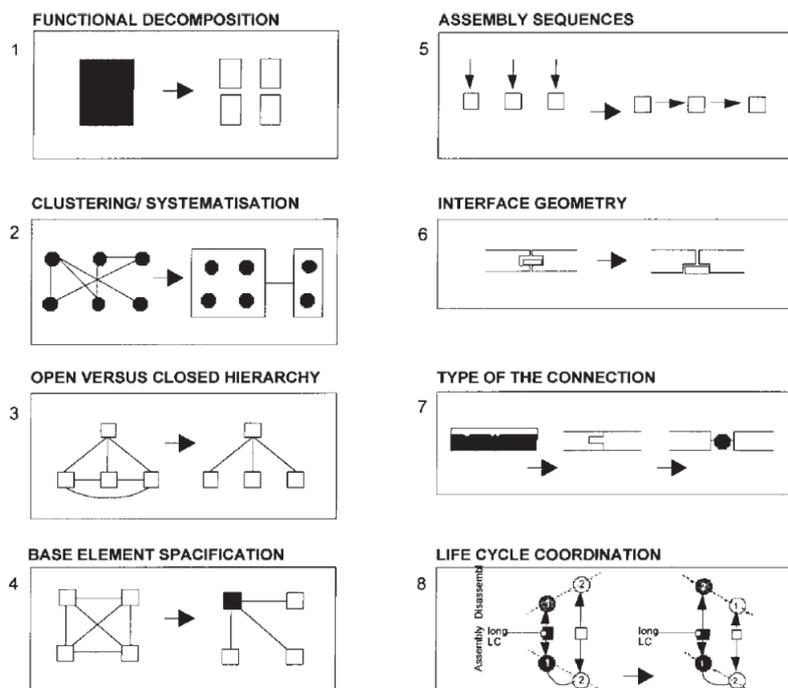


Figure 13 : Notions pour la conception d'assemblages. Source : Elma Durmisevic 2006

Décomposition fonctionnelle

La décomposition fonctionnelle est le lien entre les différentes fonctions du bâti et les éléments. Elle est de 3 ordres : Intégration, incorporation et séparation.

Lorsque l'on conçoit en vue de la démontabilité, il faut se diriger vers la **séparation (ou indépendance)** des couples Fonctions et éléments.

⁷ TRANSFORMABLE BUILDING STRUCTURES - Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction - Elma Durmisevic - 2006.

Les schémas ci-dessous illustrent la séparation des fonctions :

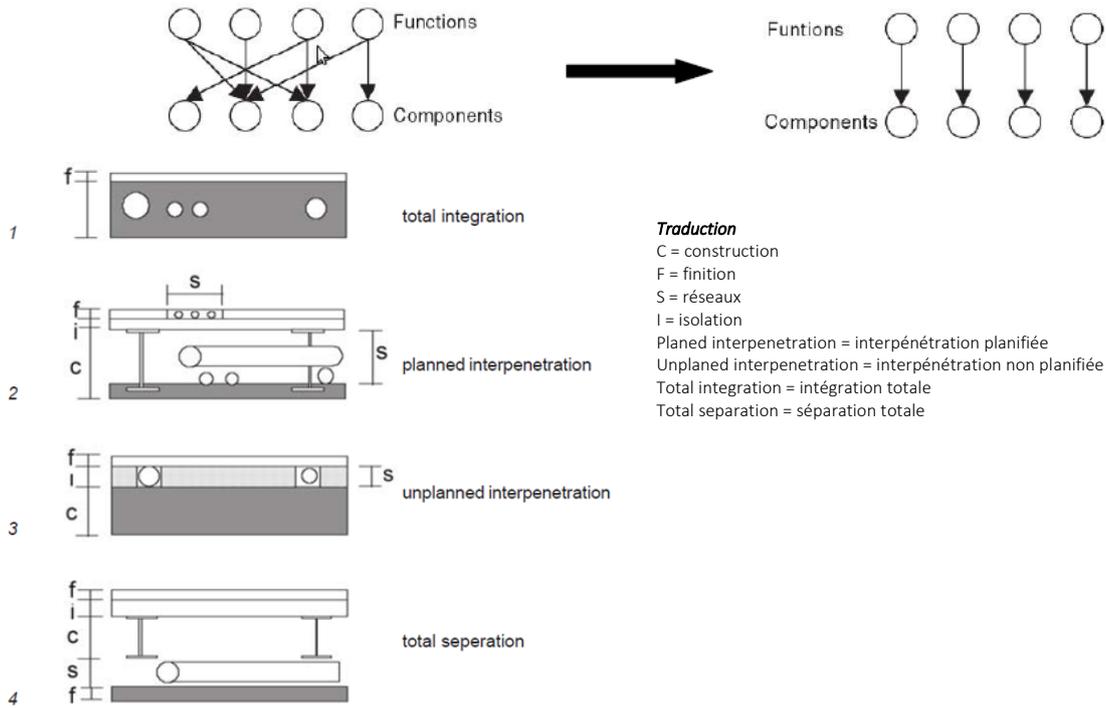


Figure 14 : illustrations Décomposition fonctionnelle. Source: Elma Durmisevic

Pour la plupart des bâtiments les fonctions principales sont : supporter, protéger (eau et air), distribuer (réseaux), partager (cloisonnement). On trouve au sein de ces fonctions les éléments suivants : fondations, structure, planchers, façades, murs intérieurs, ventilation, chauffage, réseau de plomberie, réseau électrique, etc.

Le schéma suivant illustre différents niveaux de décomposition fonctionnelle d'un mur de façade :

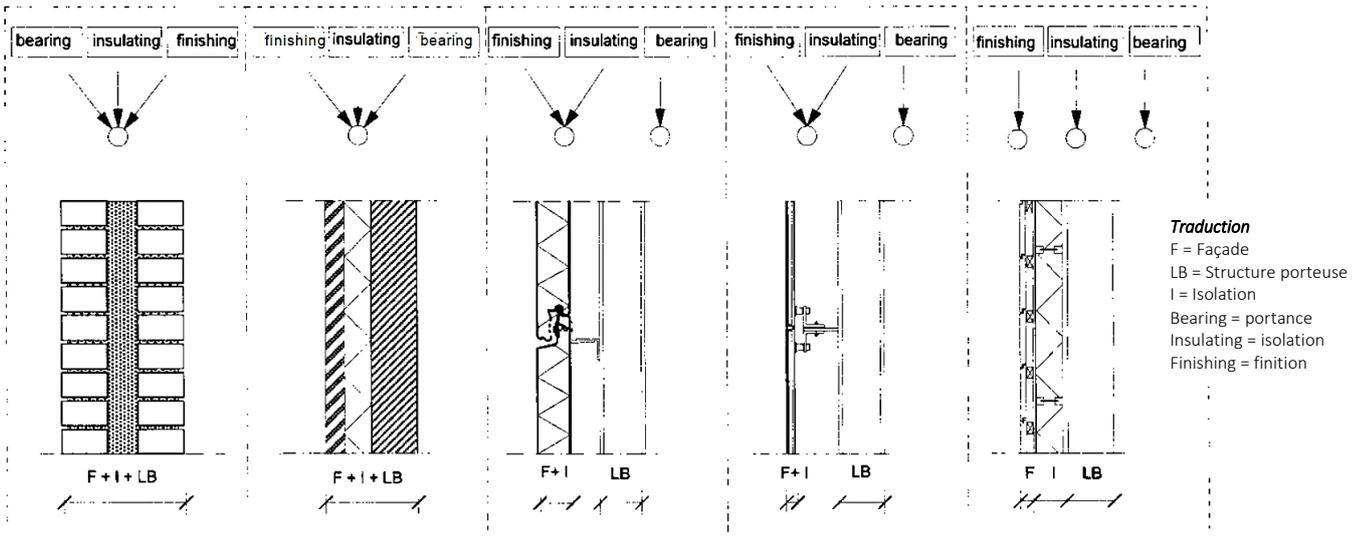


Figure 15: illustrations Décomposition fonctionnelle sur Paroi. Source: Elma Durmisevic

Systématisation

La systématisation introduit la notion d'ensembles et sous-ensembles ou la création de clusters d'éléments en lien avec leur cycle de vie et niveaux d'intégration.

Les schémas ci-après illustrent la notion d'ensembles / sous-ensembles ou clusters (familles) d'éléments :

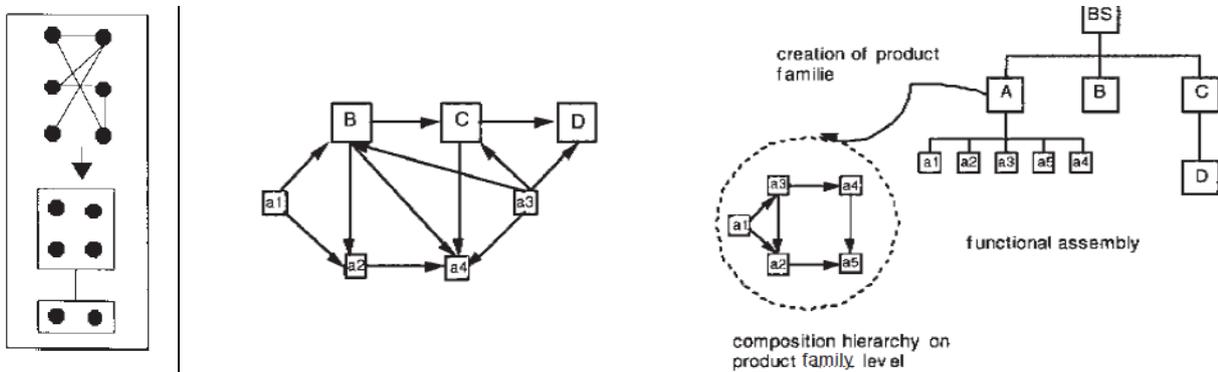


Figure 16 : illustrations Systématisation. Source: Elma Durmisevic

Les sous-ensembles ou clusters sont indépendants en production, exploitation et lors des assemblages / désassemblages.

Plusieurs niveaux de clusters peuvent être distingués :

- Clusters au niveau systèmes
- Clusters au niveau des composants
- Clusters aux niveaux système, composant, élément et matériau
- Pas de cluster

Hiérarchies ouverte et fermée

La notion de hiérarchisation fait appel aux liaisons entre éléments. Les bâtiments traditionnels ont diagramme des relations entre éléments complexes avec une forte interdépendance entre tous les éléments. Le potentiel de désassemblage va avec la réduction du nombre de relations.

Le schéma ci-après illustre cette notion en présentant plusieurs modes relationnels entre éléments :

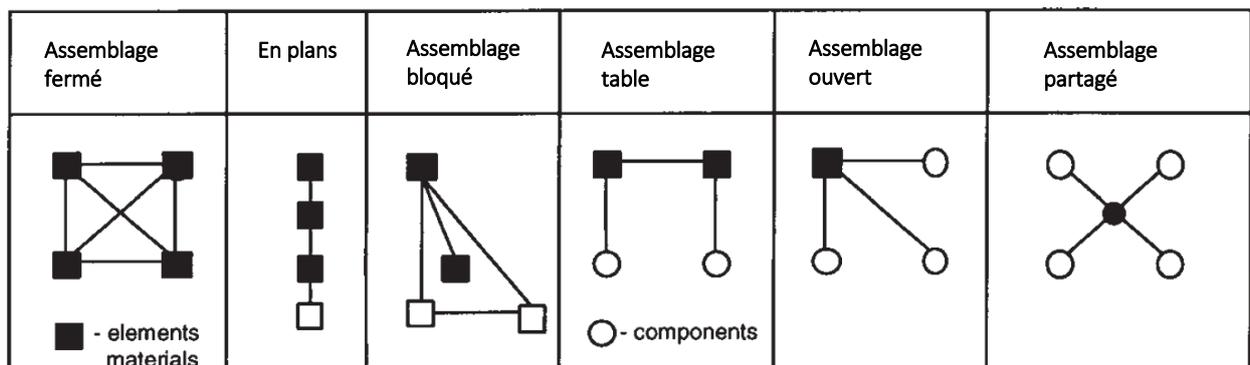


Figure 17 : illustration Hiérarchies ouvertes ou fermées. Source: Elma Durmisevic

Pour une construction démontable, il est préférable d'opter en priorité pour des assemblages d'éléments partagés, ouverts et éviter les assemblages fermés ou bloqués.

Élément de base

L'élément de base spécifie le mode de liaison entre deux clusters d'éléments. Comme l'illustre le schéma suivant, l'élément de base peut être totalement englobé dans les deux clusters à lier (Principe 1. A l'encontre de la démontabilité), la liaison entre les éléments sans élément de base mais le démontage génère une instabilité (Principe 2. Démontabilité possible mais dépendance fonctionnelle entre les deux clusters), la liaison de fait par un élément de base indépendant (Principe 3 et 4. Vers la démontabilité)

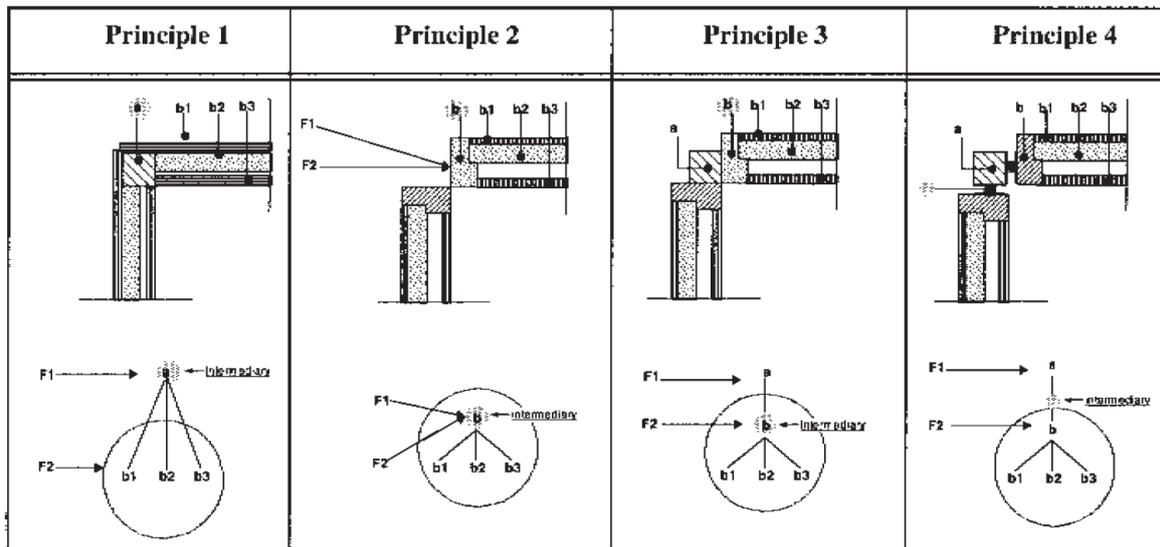


Figure 18 : illustration Élément de base. Source: Elma Durmisevic

Séquençage des assemblages

Le séquençage des assemblages est en lien avec l'ordre d'assemblage des éléments constituant le bâti. On distingue le séquençage d'assemblages parallèle, le séquentiel et différents mixes de deux.

	Assemblage parallèle. Le démontage dépend des connexions entre les éléments
	Assemblage séquentiel. Chaque élément est lié au prochain élément. On établit une dépendance linéaire proportionnelle au nombre d'éléments.
	Chaque élément a la même dépendance que dans l'assemblage séquentiel.
	Combinaison de l'assemblage parallèle et séquentiel.
	Assemblage dans lequel un élément fonctionne comme base pour tous les autres. La clé pour la démontabilité dans ce cas se trouve dans le type de connexion entre les différents éléments.

Figure 19 : illustration Séquençage des assemblages. Source: Elma Durmisevic

Interface d'assemblage

La démontabilité est directement liée au mode d'assemblage entre éléments ou la géométrie d'assemblage. Le schéma ci-dessous présente plusieurs géométries de la plus démontable à la moins démontable.

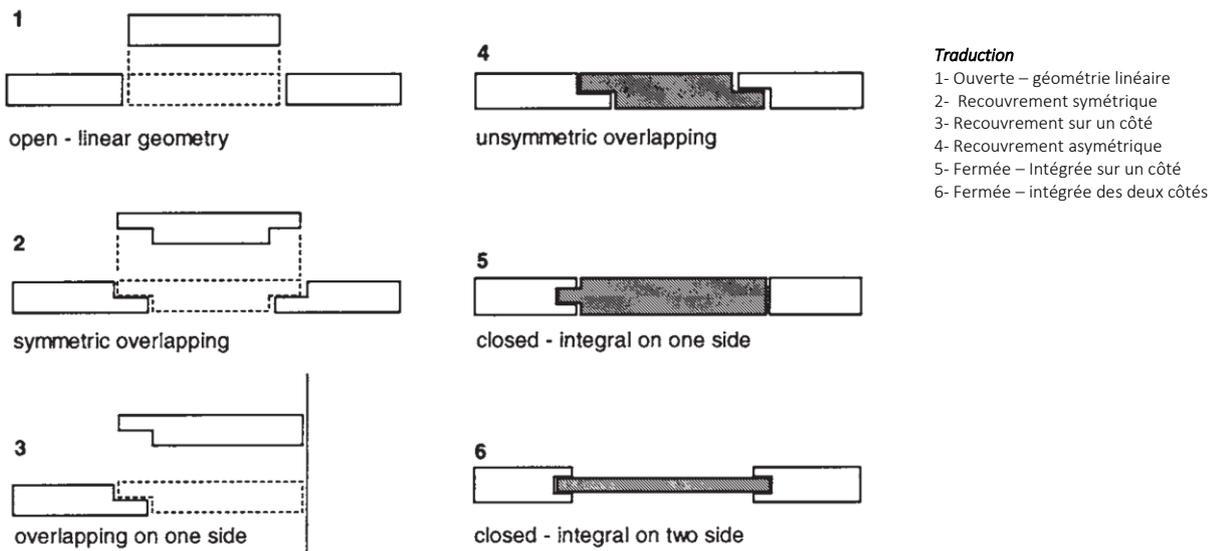


Figure 20 : illustration Interface d'assemblage. Source: Elma Durmisevic

Types de connexions

La conception des connexions est un aspect primordial pour la conception d'un bâtiment démontable. Les interfaces définissent le degré de liberté entre les composants. On peut distinguer 3 principaux types de connexions : directe (intégrale), indirecte (accessoire), remplie.

Le schéma ci-après illustre les types de connexions du moins (fixe) au plus (flexible) démontable.

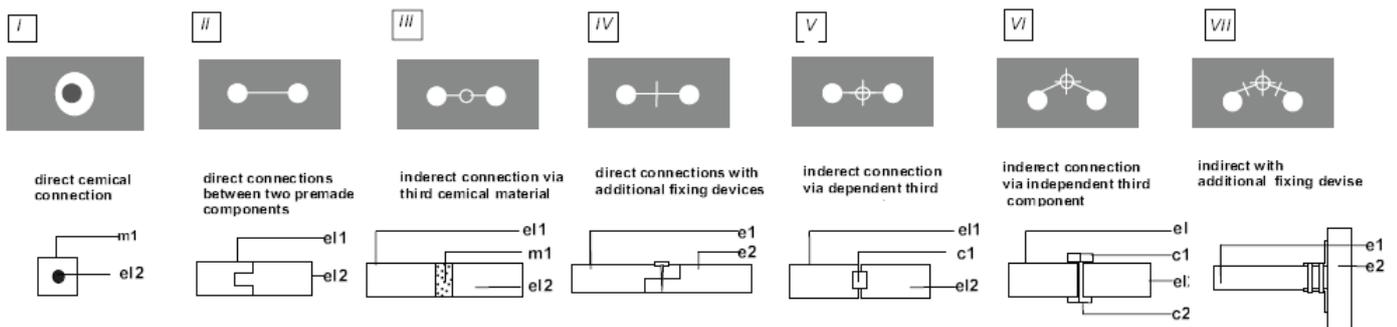


Figure 21: illustration Types de connexions. Source: Elma Durmisevic

Théorie des couches

La théorie des « couches » est un aspect primordial à prendre en compte dans la conception flexible et démontable.

Elle se base sur le fait que les différentes « couches » du bâtiment n'ont pas la même durée de vie utile. Ces différentes « couches » doivent être indépendantes les unes des autres.

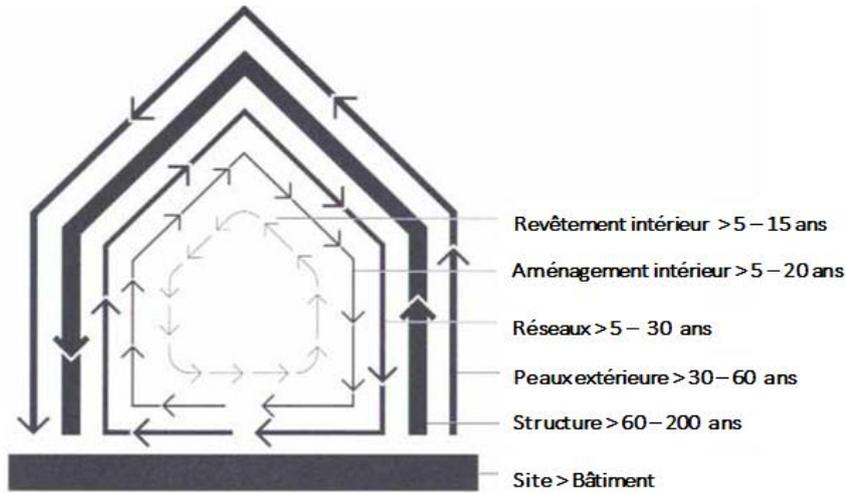


Figure 22 : illustration théorie des couches. Source : Stewart Brand's Six S's diagram

Le schéma ci-après, en version anglaise, présente de manière bien imagée la relation entre les différentes couches, leurs cycles de vie utile et les niveaux de flexibilité à prévoir.

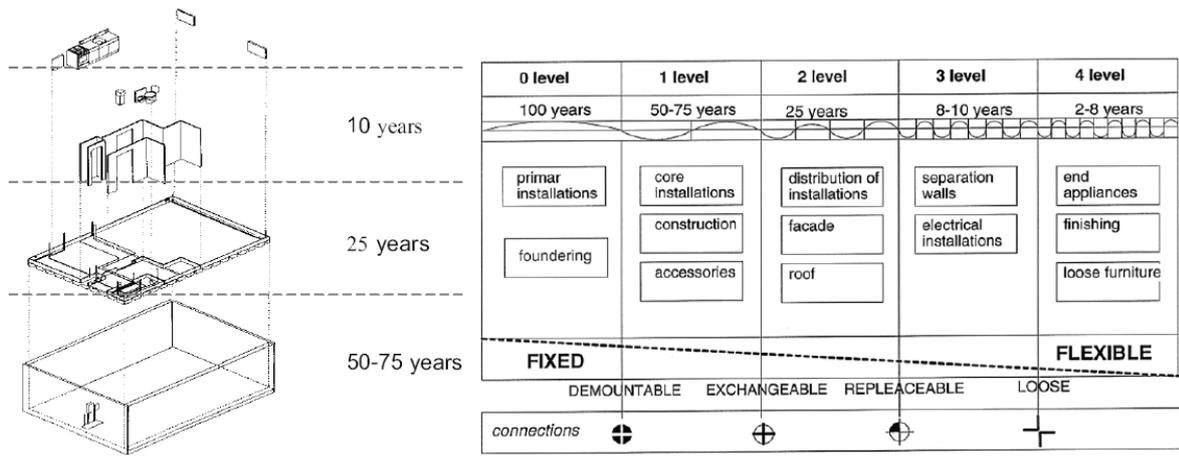


Figure 23 : Illustration théorie des couches. Source : Elma Durmisevic

4.6.5. Principes et solutions techniques

Les principes et solutions techniques concernant la démontabilité sont consultables sur le site internet BAZED. <http://www.bazed.fr/theme/demontabilite>.

5. Enseignements issus de projets exemplaires

Un ensemble de fiches présentant le retour d'expérience de chantiers exemplaires sur les différentes thématiques BAZED est proposé sur le site BAZED. <http://www.bazed.fr/les-projets-exemplaires>

Ci-dessous les principaux constats issus de ce retour d'expérience. Ils peuvent être pris en compte pour anticiper les freins et difficultés et s'inspirer de l'expérience réelle.

Pour toutes les thématiques :

- Les projets sont le plus souvent dans une démarche générale d'écoconception et/ou d'écoconstruction.
- Les thématiques du projet sont abordées dès le début de la conception que ce soit pour la conservation d'éléments existants, l'évolutivité, la démontabilité ou l'utilisation de produits de récupération.
- Les projets ont nécessité une planification et une coordination importante de l'ensemble des acteurs dès la phase de programmation jusqu'à la mise en œuvre.

Réflexions concernant plusieurs thématiques transverses :

- Conservation de l'existant et réutilisation : peu d'équipements techniques (Ventilation, Chauffages, Eclairages...) sont réutilisés. En effet, ils ne répondent souvent plus aux normes et réglementations actuelles.
- Conservation de l'existant et réutilisation : en phase conception, un comparatif est toujours fait entre les éléments réutilisés et les éléments neufs. Le comparatif se fait sur le coût, la performance et les difficultés de mises en œuvre.
- En règle générale lorsqu'un projet s'inscrit dans une conception pour l'évolutivité, il est également inscrit dans une conception pour la démontabilité.
En effet, une part importante des principes d'évolutivité sont liés à des nécessités de démontabilité.
- Pour faciliter le démontage et l'évolutivité, les réseaux techniques sont le plus souvent rendus accessibles ou visibles (plinthe ou plenum amovibles, vis apparentes...). Cela permet également de faciliter l'entretien et la maintenance.

Réflexions spécifiques aux thématiques :

Conservation existant :

- La structure de base est souvent conservée et mise à nue pour la réhabilitation. Il s'agit le plus souvent d'une structure poteau-poutre. Certains murs sont parfois conservés, en particulier s'ils ont une certaine valeur historique. Certains éléments issus de la déconstruction peuvent être réutilisés dans le projet sous une autre forme (remblais à partir d'éléments concassés). Ils peuvent également être réutilisés dans d'autres projets grâce à une bonne gestion des déchets de chantier.
- Dans le cas de la rénovation d'un bâtiment classé, le projet est soumis à un ensemble de contraintes plus ou moins importantes orientant clairement les choix constructifs. L'aspect extérieur du bâtiment doit être inchangé. L'isolation doit se faire par l'intérieur tout en laissant perspirer la paroi (exemple du projet BYYRH).
- Dans le cas d'une extension en hauteur, une étude de la structure porteuse existante et des fondations est indispensable. Certains projets prévoient un renforcement des éléments de

structures. Exemple des colonnes de jet grouting dans le projet de réhabilitation de l'entrepôt Seegmuller. Dans le cas de nouveaux bâtiments s'insérant dans un bâtiment existant (ex. projet de la Halle Pajol), les structures porteuses respectives des deux parties de bâtiment sont prévues indépendantes.

- Le bâtiment existant doit être adapté au nouveau projet et répondre aux nouvelles normes et réglementations en vigueur (accessibilité, sécurité incendie, parasismique, réglementation thermique...). Des adaptations doivent être réalisées. Par exemple, des extensions aux bâtiments peuvent être créées pour être accessibles aux personnes à mobilité réduite, comme pour le centre de tri de Dax ou la maison Nodelais.

Démontabilité :

- Il est quelquefois prévu de remonter le bâtiment sur un autre site et de limiter l'empreinte au sol du bâtiment. Cela peut se traduire par un système de pilotis (ex. Marie Short house) ou par une extension verticale (ex. Intelligent Workplace).
- Les éléments sont conçus sous forme de trames répétitives, de mêmes dimensions, afin de faciliter le démontage (ex. projet Alberto Mozo et Chartwell School).
- La préfabrication des éléments est souvent adoptée. Plusieurs projets ont prévu des panneaux modulaires en bois pour leurs murs et/ou leur toit. Ces panneaux peuvent être récupérés lors du démontage (ex. projets de l'Open_1 House ou de la Case Study Home).
- Un point essentiel est le mode d'assemblage des éléments (système d'accrochage réversible). Différents systèmes de fixation du bardage ou du parement des cloisons intérieures ont par exemple été étudiés dans le projet de la Chartwell School.

Evolutivité :

- La thématique de l'évolutivité est pour l'instant surtout présente dans les bâtiments d'habitation. C'est en effet le principe d'une maison s'adaptant au cycle de vie de la famille qui est le plus étudié.
- En règle générale, on peut noter deux formes d'évolutivité : une évolutivité en extension du volume principal ou une évolutivité à l'intérieur d'un même volume.

Dans le cas d'une évolutivité dans un même volume :

- o Plusieurs fonctions peuvent être attribuées à un même lieu comme pour le Théâtre Jean-Claude-Carrière grâce notamment à son gradin rétractable.
- o Le bâtiment est conçu pour être transformable dans son usage comme le parking Saint-Roch et le Wal Mart Eco-Store qui pourront se transformer en logements.
- o Différents aménagements peuvent être envisageables comme la Case Study Home et la Chartwell School (en fonction de la taille des classes).

Lorsqu'il s'agit d'extensions, elles doivent être imaginées en même temps que le projet initial, comme pour la maison Marie short House qui s'étend de manière latérale ou le projet Quinta Monroy où une dalle en béton armé a été surdimensionnée en prévision d'une extension.

Réutilisation:

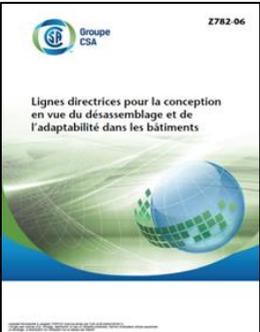
- Le projet est souvent lié à la déconstruction d'un bâtiment présent sur le site ou situé à proximité du futur chantier.
- On rencontre en France plusieurs freins à la réutilisation, notamment en raison du principe de précaution appliqué par les bureaux de contrôle. Cette problématique est peu ou pas existante aux Etats-Unis ou au Canada (voir fiches sur le guide Old to New et Design for Reuse Primer). Des tests en laboratoires peuvent être envisagés afin d'obtenir les assurances nécessaires.

- Concevoir avec des matériaux de récupération demande plus de temps : pour localiser les matériaux, les récupérer et les reconditionner. Il est important calculer si ce temps supplémentaire peut être compensé par le gain sur les prix des matériaux de récupération ou la mise en place d'autres principes (démontabilité, durabilité, évolutivité, facilité d'entretien....) qui ont un impact sur la durée de vie totale du bâtiment.

6. Guides, outils et liens utiles

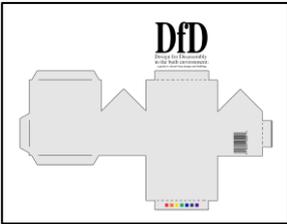
6.1. Guides

6.1.1. Guides et rapports en lien avec la conception préventive

Guide	Contenu
<p>Designing out Waste: a design team guide for buildings (Royaume Uni)</p> 	<p>Guide réalisé par le WRAP⁸. Langue : Anglais</p> <p>Ce guide à destination des équipes de conception aborde la prévention des déchets au travers de cinq principes clés. :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Récupération et réutilisation. - Construction hors chantier de construction. - Optimisation des matériaux. - Approvisionnement efficace des déchets. - Déconstruction et flexibilité <p>Après une introduction sur le concept général de « Designing Out Waste » (concevoir sans déchets), le guide détaille et explique tout d’abord ces cinq principes clés et les questionnements associés. Il donne ensuite des mesures à prendre (en lien avec ces cinq principes) lors des différentes étapes de la conception d’un projet.</p> <p>Il propose enfin des initiatives plus techniques à prendre pour chacun des cinq principes clés.</p> <p>Ce guide référence est intéressant car spécifique à la conception. Il fournit un ensemble d’initiatives techniques mais elles ne sont en revanche pas détaillées ni exhaustives.</p> <p>Disponible gratuitement sur : http://www.modular.org/marketing/documents/DesigningoutWaste.pdf</p>
<p>Lignes directrices pour la conception en vue du désassemblage et de l’adaptabilité dans les bâtiments. (Canada)</p> 	<p>Document réalisé par le Groupe CSA et préparé par l’Association canadienne de Normalisation. Langue : Français</p> <p>Ces lignes directrices établissent un cadre de travail qui permet de réduire les déchets de construction par la mise en application des principes de conception en vue du désassemblage et de l’adaptabilité (CDA).</p> <p>Elles traitent donc des principes d’évolutivité et de démontabilité.</p> <p>Ces lignes directrices visent à fournir un aperçu des principes de CDA ainsi qu’à établir une méthode permettant de définir la mesure dans laquelle ces principes seront intégrés au processus de conception</p> <p>Selon cette norme, la CDA peut être envisagée à plusieurs niveaux, de l’élaboration des superstructures à la composition et à la recyclabilité de chacun des matériaux. Cinq niveaux d’analyse sont définis :</p> <ul style="list-style-type: none"> Systemes (bâtiments adaptables) Eléments (élément fondamental du bâtiment tel un toit, mur...)

⁸ <http://www.wrap.org.uk/>

	<p>Composants ou assemblages (combinaisons de plusieurs sous-composants non structurels) Sous-composants (pièces constituanes d'un composant) Matériaux</p> <p>Les principes du concept de CDA se classent en deux catégories : les principes d'adaptabilité et les principes de désassemblage. De façon générale, les principes d'adaptabilité ont trait à l'utilisation fonctionnelle de l'espace, tandis que les principes de désassemblage visent les matériaux de base.</p> <p>Les principes de désassemblage visent les assemblages et les systèmes d'un bâtiment qui peuvent être désassemblés ou remis à neuf au terme du cycle de vie du bâtiment. Ces principes sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> a) l'accessibilité ; b) la documentation des renseignements relatifs au désassemblage ; c) la durabilité ; d) les raccords à découvert ou réversibles ; e) l'autonomie ; f) les finis d'origine ; g) la recyclabilité ; h) la capacité de remise en état ; i) la capacité de refabrication ; j) la réutilisabilité ; k) la simplicité. <p>La norme explique globalement chaque principe et donne des exemples succincts d'actions possibles. Enfin, la norme donne des critères globaux de mesure pour chaque principe.</p> <p>La norme est payante et peut être commandée sur le site suivant : http://shop.csa.ca/fr/canada/conception-adaptee-a-lenvironnement/z782-f06/inv/27025282006</p>
<p>Guía de sostenibilidad en la edificación residencial / Residuos (Espagne)</p> 	<p>Langue : Espagnol</p> <p>Ce guide a été rédigé par AIDICO (Institut technologique de la construction) à Valence dans le cadre d'une série de guides indépendants sur les thématiques énergie, confort intérieur, déchets.</p> <p>L'objectif de ce guide est de fournir des informations sur les aspects liés à la récupération des ressources contenues dans les déchets (récupération) et à la minimisation des déchets de construction et de démolition, à travers la proposition de mesures et de solutions sur le cycle de vie des bâtiments, de la conception à la démolition et la fin de sa vie utile.</p> <p>Le guide concerne les phases construction, vie et fin des ouvrages. Il propose des fiches dont certaines sont en lien direct avec les questionnements du projet BAZED :</p> <ul style="list-style-type: none"> - F1. Promouvoir le recyclage des déchets ménagers dans des logements occupés. <i>(Phase usage)</i> - F2. Concevoir afin de faciliter la récupération des éléments de construction en fin de vie du bâtiment <i>(Fin de vie, réhabilitation)</i> - F3. Réaliser un plan de gestion des déchets pour la construction du bâtiment <i>(phase construction)</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - F4. Appliquer les techniques de construction qui permettent de réduire la production de déchets pendant la construction (<i>phase construction</i>) - F5. Utiliser des produits recyclés dans le bâtiment. - F6. Effectuer une bonne gestion des déchets de chantier pendant la durée de vie du bâtiment. (<i>Phase usage</i>) - F7. Appliquer les techniques de démolition sélective, à la fin de la vie du bâtiment. (<i>Fin de vie, réhabilitation</i>) <p>Le guide aborde plusieurs thématiques pour la réduction des déchets mais reste succinct. Le guide est disponible gratuitement et téléchargeable sur le lien suivant : http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0551276.pdf</p>
<p>DFD - Design For Disassembly in the built environment (USA)</p> 	<p>Ce guide a été réalisé par le Hamer Center for Community Design de l'Université de Pennsylvanie. Langue : Anglais</p> <p>Ce guide intéressant donne les principes généraux de la conception pour le démontage. Les dix principes clés pour DfD proposés dans le guide sont :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Documents sur les moyens pour la déconstruction. 2. Choisir des matériaux en utilisant le principe de prévention. 3. Conception d'assemblages accessibles. 4. Minimiser ou éliminer les connexions chimiques. 5. Utiliser des assemblages boulonnés, vissés et cloués. 6. Séparer les systèmes mécaniques, électriques et de plomberie (MEP). 7. Concevoir en intégrant les étapes de séparation. 8. Simplicité de la structure et de la forme. 9. Interchangeabilité. 10. Déconstruction sûre. <p>Le guide propose ensuite des éléments de stratégies pour ces 10 principes.</p> <p>Il donne également le rôle des intervenants d'un projet selon les étapes de conception. Il illustre enfin ses principes par la présentation de cas pilotes.</p> <p>Disponible gratuitement sur : http://www.lifecyclebuilding.org/docs/DfDseattle.pdf</p>
<p>Reclaimed building products guide (Royaume Uni)</p> 	<p>Guide réalisé par le WRAP. Langue : Anglais</p> <p>Le guide introduit tout d'abord les principes de réutilisation et leurs bénéfices. Il fournit ensuite 34 fiches détaillées réparties dans les catégories suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Briques - Métaux - Structure métallique - Toiture - Bois - Pierre - Revêtements

	<p>Les fiches présentent les matériaux (ou éléments constructifs), leurs principales caractéristiques, les émissions de CO₂ associées, les coûts de gestion, les liens avec les certifications, les potentiels de réutilisation et valorisation, les barrières et contraintes, etc.</p> <p>Ce guide concerne donc les thématiques de conservation de l'existant et de fin de vie en prévoyant le réemploi des éléments.</p> <p>Il peut être utilisé pour obtenir des idées de réemploi de matériaux. Le guide est cependant fait dans le contexte anglais de la construction.</p> <p>Disponible gratuitement sur : http://www2.wrap.org.uk/downloads/Reclaimed_building_products_guide.44ea0f19.5259.pdf</p>
<p>Design for Deconstruction - SEDA Design Guides for Scotland (Ecosse)</p> 	<p>Ce guide a été élaboré par le SEDA⁹.</p> <p>Langue : Anglais</p> <p>Ce guide introduit les notions de conception pour la déconstruction et propose des principes clé de conception.</p> <p>Il traite ensuite de manière générale des principes liés à la déconstruction en lien avec l'adaptabilité, la théorie des couches, les accès et assemblages, la durabilité des composants, la structure, l'isolation, les revêtements et les réseaux.</p> <p>Enfin, il propose une analyse de détails constructifs de parois types en Ecosse.</p> <p>Le guide est disponible gratuitement : http://www.seda.uk.net/assets/files/guides/dfd.pdf</p>
<p>A guide to design for disassembly for office buildings (Canada)</p> 	<p>Guide réalisé par Public Works and Government Services Canada.</p> <p>Langue : Anglais</p> <p>Ce guide spécifique aux bâtiments tertiaires introduit les notions de conception pour le désassemblage et la durabilité, les principes de base de ce concept et les barrières rencontrées.</p> <p>Il propose ensuite des principes par composants du bâtiment répartis en quatre familles : structure, enveloppe, finitions intérieures, systèmes électriques.</p> <p>Pour chaque composant, il commente la composition du composant, les méthodes de mise en œuvre, la recyclabilité et la réutilisation (général)</p> <p>De manière intéressante, il classe les principes selon leur influence sur plusieurs critères (versatilité, durabilité, accessibilité, etc.).</p> <p>Disponible gratuitement sur : ftp://ftp.tech-env.com/pub/SERVICE_LIFE_ASSET_MANAGEMENT/Deconstruction/DfD_Guide_OfficeBldgs.pdf</p>

⁹ Scottish ecological design association

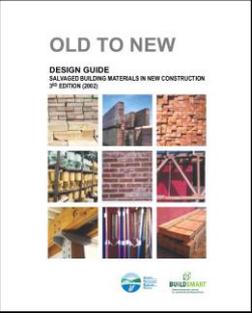
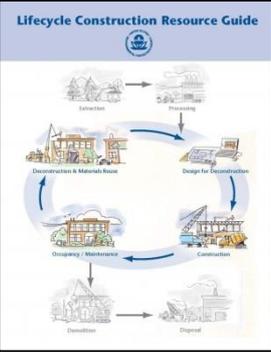
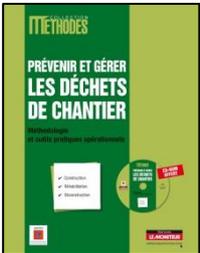
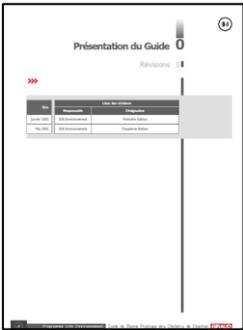
<p>OLD TO NEW – Design Guide. Salvaged building materials in new construction (Canada)</p> 	<p>Ce guide a été réalisé par le Greater Vancouver Regional District. Langue : Anglais</p> <p>Ce guide introduit les notions de réutilisation des matériaux et éléments de construction. Il peut donc être pertinent dans les phases de conception pour la réutilisation et de fin de vie pour justifier les éléments à déconstruire en vue d’être réemployés. Il se base sur une série de retours d’expérience en partie 2.</p> <p>Il donne en partie 4 le potentiel de réutilisation de certains matériaux/éléments tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le béton - La maçonnerie - Les éléments métalliques - Les bois et plastiques - Les isolants thermiques et étanchéité - Les menuiseries - Les finitions - Les équipements - L’électricité <p>Les données ne sont cependant pas détaillées.</p> <p>Le guide traite enfin au des notions de conception pour la démontabilité avec quelques exemples techniques illustrés.</p> <p>Disponible gratuitement sur : http://www.lifecyclebuilding.org/docs/Old%20to%20New%20Design%20Guide.pdf</p>
<p>Lifecycle Construction Resource Guide (USA)</p> 	<p>Guide proposé l’EPA – Environmental Protection Agency Langue : Anglais</p> <p>Le guide introduit tout d’abord la notion de cycle de vie d’une construction.</p> <p>Il traite ensuite en trois sections indépendantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Section 2 : La déconstruction - Section 3 : La réutilisation de matériaux - Section 4 : La conception pour la démontabilité (DfD) <p>Les sections 3 et 4 ont un lien direct avec la conception. La partie sur la démontabilité est peu détaillée.</p> <p>Le guide propose un rappel des grands principes liés à la réutilisation des matériaux et à la DfD. Il propose ensuite un retour d’expérience sur des cas d’études.</p> <p>Disponible gratuitement sur : http://www.lifecyclebuilding.org/docs/Lifecycle%20Construction%20Resource%20Guide.p df</p>

Tableau 14 : Exemples de guides en lien avec la conception préventive des déchets

6.1.2. Guides sur la prévention et la gestion des déchets de chantiers

Rédacteur	Nom	Contenu / commentaires
ADEME	<p>Prévenir et gérer les déchets de chantier</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Définition du rôle de chacun dans la gestion d'un chantier à faibles nuisances, du programme à la livraison. - Définition des actions à mener à chaque phase du projet avec des outils à destinations de chaque acteur d'un projet de construction (entreprise, maître d'œuvre, maître d'ouvrage). - Présentation de fiches de présentation des différents types de déchets avec technique de prévention / gestion / valorisation. <p>Commande : http://www.ademe.fr/prevenir-gerer-dechets-chantier</p>
ADEME	<p>Gestion et valorisation des déchets de chantier de construction - Guide transversal + guides par lot</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Guide sous forme de fiches pratiques décrivant les différents types de déchets produits par corps d'état, leur classification, - De façon plus transversale, ce guide donne des conseils relatifs aux choix des matériaux et leur impact sur les autres cibles HQE®. - Ce guide n'est pas seulement accès sur la gestion de chantier. <p>Télécharger le guide (15p) : http://www.pole-energie-franche-comte.fr/ged/ademe-guide7-gestiondechets.pdf</p>

<p>GIRAUD</p>	<p>Guide des bonnes pratiques des déchets de chantier</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Guide réalisé sur la base d'un retour d'expérience de 15 chantiers menés entre 1999 et 2001. - Il présente pour chaque type de déchets les filières de traitement. - Analyse statistique des quantités des déchets de chantier et de leur composition. - Présentation des textes réglementaires relatifs aux déchets de chantier. - Listing des déchets produits (classés par catégorie) sur un chantier par corps d'état et sous forme de fiches. - Textes types à intégrer dans le marché pour préparer un chantier. - Quelques coûts de traitement des déchets. - Présentation de PIC type selon le type de construction avec listing des choses à prévoir dans l'installation de chantier. - Des conseils et exemples de bonnes pratiques pour gérer un chantier propre. - Guide intéressant car fait par une entreprise pour les entreprises sur la base de retour d'expériences. <p>Télécharger le guide (64p) : http://www.giraudbtp.com/life/fr/guidebonnepratique04/guidepdf/guide.pdf</p>
<p>Confédération de la Construction Wallonne</p>	<p>Guide Marco</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Guide axé sur le traitement et la valorisation des déchets et les moyens de les diminuer par le biais de bonnes pratiques et par corps d'état. <p>Télécharger le guide (80p) : http://www.marco-construction.be/guide/acces/g_depart.html</p>
<p>AFCO</p>	<p>Prendre en compte la gestion des déchets de chantier de travaux publics dans les marchés publics (Direction régionale de l'équipement de Haute Normandie)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Guide qui décrit le rôle de chacun dans la gestion d'un chantier (Maître d'ouvrage, Maître d'œuvre, SPS, entreprises) et par phase (programme, études, préparation de chantier, travaux). - Pour chaque acteur, le guide donne des exemples de textes à intégrer dans les différentes pièces du marché (précise qui intègre quel texte dans quel document) - Ce guide est axé sur la partie contractuelle et non sur les typologies de déchets, ni leur tri et leur élimination. <p>Télécharger le guide (18p) : http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_dechets_travaux_publics_cle06d898.pdf</p>

<p>FFB</p>	<p>Mieux gérer les déchets de chantier de bâtiment</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Brochure axée sur les différents types de déchets et leurs filières de valorisation. - La brochure donne également quelques notions financières sur le traitement de déchets en fonction de leur typologie. <p>Télécharger la brochure (12p) : http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/documentation.html</p>
<p>FFB</p>	<p>Déchets de chantier - les réponses aux questions que vous vous posez</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Guide sous forme de questions/réponses pour aider les entrepreneurs à mieux comprendre les différents types de déchets et les solutions pour les éliminer, comment faire leur tri, quels organismes consulter, <p>Télécharger la brochure (12p) : http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/documentation.html</p>
<p>Bruxelles Environnement</p>	<p>Guide de gestion des déchets de construction et de démolition</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Guide relativement complet avec description des typologies de déchets, moyens de valorisation, frais liés à la gestion de chantier, ... - Ce guide fait référence au guide Marco. <p>Télécharger le guide (82 p) : http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Guide_Dejets_construction_FR.PDF</p>
<p>ADEME</p>	<p>Réduire et valoriser les déchets</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Petit guide donnant des conseils pour réduire et valoriser les déchets de chantier. <p>Télécharger le guide (8p) : http://www.rhone-alpes.ademe.fr/sites/default/files/files/DI/D%C3%A9chets/ActionRegionale_Batiment.pdf</p>

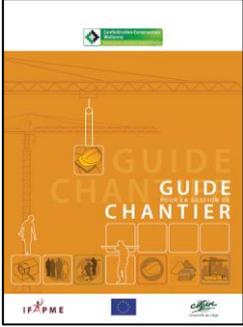
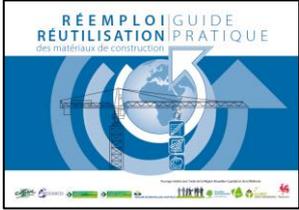
<p>Université de Liège avec la Confédération Construction Wallonne</p>	<p>Guide pour la gestion de chantier</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Guide qui traite de la gestion de chantier en général. - La partie gestion des déchets est intéressante puisqu'elle présente les différents types de déchets, ce qui est recyclable pour chaque typologie de déchet et les possibilités de revalorisation. Une partie traite également du processus à mettre en place depuis l'offre pour la gestion des déchets. - Le guide donne pour chaque catégorie de déchets (inerte, dangereux, DIB, ...) les obligations législatives (procédures à mettre en place, vers où envoyer les déchets, ...). - La partie déchets à proprement dite est une petite partie du guide. <p>Télécharger le guide (181 p) :</p> <p>http://www.confederationconstruction.be/Portals/28/cellule%20environnement/guidesdocumentsutuels/guide%20pour%20la%20gestion%20de%20chantier.pdf</p>
<p>Centre interdisciplinaire de formation de formateurs de l'Université de Liège - CIFFUL</p>	<p>Guide pratique – Réemploi Réutilisation des matériaux de construction</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Guide traitant des démarches de réemploi dans les projets de construction. - Il évoque le réemploi sur site, le réemploi hors site et enfin le recyclage. - Donne des recommandations aux différents stades du projet. - Précise une procédure pour favoriser la réutilisation. - Présente des projets pilotes. - Fournit des outils pratiques. <p>Télécharger le guide (42 p) :</p> <p>http://www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/Guide_reemploi_materiaux_lecture_2013.pdf</p> <p>Outils pratiques :</p> <p>http://www.cifful.ulg.ac.be/index.php/reemploi-des-materiaux</p>

Tableau 15 : Principaux guides en français pour la prévention et la gestion des déchets de chantier

6.2. Outils existants

Des outils informatiques, libres ou sous licence, ont été développés pour aider les acteurs de l'acte de construire à évaluer les choix constructifs vis-à-vis des déchets, les types et quantités de déchets de démolition ou de construction.

La prévention et la gestion des déchets dépendent directement du contexte du projet (tissu industriel proche, habitudes des entreprises, types de bâtiments, etc). Les outils existants sont souvent établis dans un contexte globalisé ou justement très localisé. Aucun outil ne s'avère universel.

Le tableau suivant présente quelques outils (hors ACV) en lien avec prévention et la gestion des déchets.

Logiciel	Description	
ECO LIVE	Logiciel gratuit qui permet de renseigner le type de chantier (type de bâtiment, étage, ...), la composition du bâtiment (matériaux utilisés), et d'en sortir les différents types de déchets qui seront produits. Permet de mieux anticiper la gestion de déchets.	
MEDECO Métré Dechets de Construction	Logiciel gratuit axé sur la démolition. Possibilités de renseigner par tâche les éléments à démolir et d'en estimer les quantités et les coûts de gestion. Indique le volume de déchets produits, le prix de revente ou mise en décharge ou autre, le type de déchets, ...	
FFB	Plateforme interactive pour connaître les sites et prestataires de traitement des déchets les plus proches du chantier et les déchets qui y sont acceptés. http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/	
FFB Aquitaine	Outil Excel d'estimation des déchets de chantier. Il permettait de renseigner les quantités de déchets produits sur ses propres chantiers (en précisant le maximum de données sur le bâtiment) puis d'affiner le modèle de prévision des déchets au fur et à mesure que le nombre de chantiers renseignés augmente.	
Waste Train	Logiciel issu d'un projet européen. C'est un logiciel d'apprentissage dans la gestion de déchets. Il est aussi fait pour les professionnels qui doivent gérer des déchets au quotidien.	
Trinov	Entreprise qui apporte des solutions pour la gestion de déchets au travers de divers logiciels	
	-Nova	Logiciel permettant: -d'évaluer les quantités de déchets et les potentiels de valorisation des déchets produits, -de calculer les coûts de gestion des déchets, -de dimensionner les équipements permettant de gérer les déchets en réduisant le budget, -de comparer les scénarios selon des critères financiers et environnementaux, -d'évaluer et de géo localiser les prestataires selon le potentiel de valorisation.
	-Nova light	Logiciel pour la mise en place de filière de valorisation à l'échelle du territoire permettant: -de visualiser les tonnages produits et les acteurs, -de définir la composition des déchets, -d'analyser les niveaux d'implication et de maîtrise des producteurs de déchets.
	-Suvi	Suivi des prestations déchets : location, collecte, traitement et recettes.

	<p>Le logiciel permet:</p> <ul style="list-style-type: none"> -d'éditer, de suivre et d'archiver les bordereaux de suivi des déchets, -d'éditer des registres de suivi des déchets, -de contrôler des factures des prestataires, -de constituer des indices de coûts, -de contrôler la cohérence entre les coûts et les tonnages, -de gérer les demandes d'enlèvement de déchets
-REP	<p>Modélisation du démantèlement de produits en fin de vie.</p> <p>Le logiciel permet:</p> <ul style="list-style-type: none"> -de représenter graphiquement les étapes de démantèlement du produit renseigné, -de visualiser les ressources associées à chaque sous-composant, -d'évaluer le scénario optimal et d'optimiser le taux de valorisation, -de reconstituer le prix de revient de la filière
CYPE: générateur de prix et étude de gestion des déchets	<p>Permet de réaliser le schéma d'organisation et de gestion des déchets d'un ouvrage en prenant en compte toutes les particularités que possèdent chacune des unités d'ouvrage.</p> <p>Possibilité de sélectionner les unités d'ouvrage adéquates pour gérer le budget en utilisant le Générateur de prix et incorporer toutes les informations qu'elles contiennent (prix décomposés, coût de maintenance décennale, cahier des charges, réception des matériaux, déchets générés).</p>
INVESTIGO	<p>Logiciel de traçabilité et d'aide à la gestion des déchets du BTP (www.investigo.fr) développé par le SNED.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edition de BSD pour tous types de déchets, y compris inertes et non dangereux. - Tenue du registre des déchets. - Suivi de la gestion des déchets (tableau de bord comprenant plusieurs indicateurs de suivi), etc. - Lien avec le diagnostic déchets avant démolition en éditant automatiquement le formulaire de récolement faisant suite au diagnostic déchets. - Exports Excel des données permettant de comparer les estimations et les quantités réelles afin d'affiner, à la fois les estimations, et les densités de matériaux (m3/t)

Tableau 16 : Exemples d'outils en lien avec la prévention et la gestion des déchets de chantier

Un dossier de fiches d'outils (49) en lien avec les déchets est disponible sur le site internet BAZED.
<http://www.bazed.fr/theme/chantier-zero-dechet>

6.3. Liens utiles

Site BAZED

BAZED

www.bazed.fr

Quelques acteurs

ADEME

<http://www.ademe.fr/>

Fédération Française du Bâtiment (FFB)

<http://www.ffbatiment.fr/>

Syndicat National des Démolisseurs (SNED)	http://www.sned.fr/
Fédération des entreprises du recyclage (FEDEREC)	http://www.federec.org/
Institut de l'Economie Circulaire	http://www.institut-economie-circulaire.fr/
Centre Technologique NOBATEK	http://www.nobatek.com/
Agence XB Architectes	http://www.xb-architectes.com/
ARMINES	http://www.armines.net/

Projets soutenus par l'ADEME et recensement d'initiatives en lien avec les thématiques BAZED

OPTIGEDE (plate-forme d'échanges et de diffusion d'outils et de retours d'expérience sur la prévention et la gestion des déchets)	http://www.optigede.ademe.fr/
Initiatives pour la prévention des déchets (recensement Optigede)	http://optigede.ademe.fr/dechets-batiment-prevention-exemples
Plateforme nationale ECONOMIECIRCULAIRE	http://www.economiecirculaire.org/
Projet DEMODULOR (éléments constructifs favorisant la démontabilité – Coordonner par le Réseau des CTI)	http://www.reseau-cti.com/index.php
Projets REPAR et REPARS (réemploi – Association BELLASTOCK)	http://www.bellastock.com/rd/repar-2/

Localisation des prestataires de gestion des déchets

Plateforme Déchets de chantiers de la FFB	http://www.dechets-chantier.ffbatiment.fr/
---	---

Divers

SMART Waste (BRE – Royaume unis)	Outil Estimation et gestion des déchets	https://www.smartwaste.co.uk/
Site SUPERUSE.org	Idées de réemploi	http://www.superuse.org/
OPALIS Réseau réemploi belge	Conseils pour le réemploi de matériaux de construction	http://opalis.be/

Certifications

Certification NF HQE®	http://www.assohqe.org/batiments/certifications/?rubrique45
Certification LEED®	http://www.usgbc.org/certification
Certification BREEAM®	http://www.breeam.com/page.jsp?id=148

Index des tableaux et figures

Tableau 1 : Exemples de réduction d'émissions de CO2 par l'usage de produits de réemploi plutôt que neufs	8
Tableau 2 : Points potentiels en certification HQE®	13
Tableau 3 : Catégories traitant des déchets dans les référentiels 2009 et 2013	15
Tableau 4 : Crédits potentiels en certification BREEAM®	16
Tableau 5 : Points en certification LEED®	18
Tableau 6: Liens entre les thématiques BAZED	23
Tableau 7 : Critères de conservation de l'existant	36
Tableau 8 : Principes de prévention des déchets du chantier	41
Tableau 9 : Principes de gestion des déchets de chantier	44
Tableau 10 : Idées de réutilisation d'éléments du bâtiment	51
Tableau 11 : Exemples de facteurs de changements par types de bâtiments	58
Tableau 12 : Tableaux des contraintes de l'évolution d'un type de bâtiment à l'autre	67
Tableau 13 : Avantages et inconvénients des types de structures courants	74
Tableau 14 : Exemples de guides en lien avec la conception préventive des déchets	88
Tableau 15 : Principaux guides en français pour la prévention et la gestion des déchets de chantier	92
Tableau 16 : Exemples d'outils en lien avec la prévention et la gestion des déchets de chantier	94
Figure 1 : Thématiques traitées dans BAZED	6
Figure 2: Processus de certification BREEAM®	14
Figure 3 : Processus de certification LEED v4 Building Design and Construction	17
Figure 4: Correspondance Etapes du cycle de vie - Thématiques de conception	22
Figure 5 : Relations directes entre les thématiques de conception	22
Figure 6 : illustration évolution formelle	55
Figure 7 : Illustration évolution par transformation	56
Figure 8 : Extrait du document « Habitat Colonne » (ADIM Normandie-Centre/VINCI Construction	56
Figure 9 : Illustration évolution par extension + d'usage	57
Figure 10 : évolutivité, positionnement sur la parcelle	67
Figure 11 : exemples de trames systématiques reproductibles	69
Figure 12 : Ouvertures en façade en vue d'une extension du bâtiment	70
Figure 13 : Notions pour la conception d'assemblages. Source : Elma Durmisevic 2006	75
Figure 14 : illustrations Décomposition fonctionnelle. Source: Elma Durmisevic	76
Figure 15: illustrations Décomposition fonctionnelle sur Paroi. Source: Elma Durmisevic	76
Figure 16 : illustrations Systématisation. Source: Elma Durmisevic	77
Figure 17 : illustration Hiérarchies ouvertes ou fermées. Source: Elma Durmisevic	77
Figure 18 : illustration Elément de base. Source: Elma Durmisevic	78
Figure 19 : illustration Séquençage des assemblages. Source: Elma Durmisevic	78
Figure 20 : illustration Interface d'assemblage. Source: Elma Durmisevic	79
Figure 21: illustration Types de connexions. Source: Elma Durmisevic	79
Figure 22 : illustration théorie des couches. Source : Stewart Brand's Six S's diagram	80
Figure 23 : Illustration théorie des couches. Source : Elma Durmisevic	80

Contacts



(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
