



DERECOM

Déconstruction reconstruction d'éléments modulaires en béton

A propos – Pour faire circuler les matériaux entre ses chantiers de demolition et de construction, un bailleur social développe un procédé technique de déconstruction d'éléments modulaires en béton en vue de leur réemploi dans la construction de nouveaux immeubles d'habitat collectif.

Défis – Préparer ce chantier pilote innovant nécessite d'organiser un marché de travaux adapté liant déconstruction et construction, ainsi qu'un dispositif d'évaluation technique spécifique des ouvrages en réemploi.

Matériaux – béton

Seine-Saint-Denis (93) - FR - 2021 –
 marché public – Surface : 550 m² –
 coordinateur FCRBE : [Bellastock](#) + [CSTB](#) –
 maître d'ouvrage : [Seine-Saint-Denis Habitat](#)
Lucas.Colombies@seinesaintdenishabitat.fr

Le projet s'appuie sur une première expérimentation menée par le maître d'ouvrage à une petite échelle. Pour plus d'information sur le réemploi d'éléments en béton, consulter les *fiches techniques* établies dans le cadre du projet FCRBE.



Crédit : Alexis Leclercq

De quoi s'agit-t-il ?

Gestionnaire d'un parc de logements sociaux important en constante transformation, le bailleur social Seine-Saint-Denis Habitat (SSDH) voit une opportunité intéressante de développer l'économie circulaire dans l'objectif de lier ses chantiers de déconstruction et de construction.

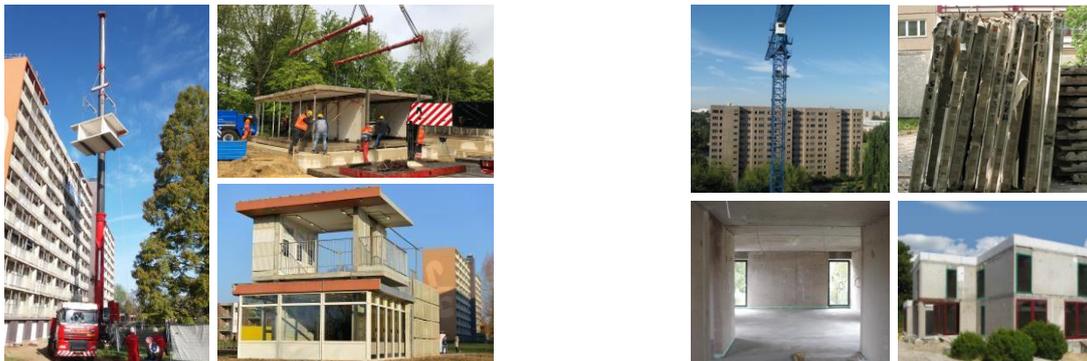
SSDH bénéficie déjà de plusieurs retours d'expérience de réemploi d'éléments en béton. Des chantiers démonstrateurs à petite échelle ont permis de prouver la faisabilité technique du réemploi ainsi que ses impacts environnementaux et sociaux positifs. Dans la continuité de ces expérimentations, le maître d'ouvrage souhaite déployer le réemploi à plus grande échelle, notamment pour consolider de nouveaux modèles économiques.

Le choix du maître d'ouvrage de déployer le réemploi d'éléments en béton repose notamment sur l'analyse de ses pratiques constructives :

- Le gros œuvre représente une part importante du budget travaux des opérations de construction (minimum 40% du prix) ;
- les coûts des opérations de déconstruction connaissent une augmentation significative
- la filière sèche permis par le réemploi présente de nombreux intérêts (durée, nuisances chantiers) ;
- nécessité de limiter l'impact carbone des activités de construction.

Le maître d'ouvrage développe un procédé de réemploi qui fait l'objet d'un dépôt de brevet grâce à l'appui de son service technique. Sur cette base, le bailleur envisage de construire de nouveaux bâtiments d'habitat collectif à partir des matériaux issus de ses propres chantiers de démolition. L'opération pilote consiste à assister le maître d'ouvrage dans l'organisation des marchés de travaux ainsi que le choix de la procédure de validation technique des ouvrages.

Le saviez-vous ? Plusieurs projets de réemploi d'éléments structurels en béton pour la construction d'habitats individuels ont déjà été menés en Europe. SSDH souhaite aller plus loin en visant la (re)construction de logements collectifs.



Les maison Plattenbau ont été construites avec des panneaux en béton découpés provenant d'immeubles de logement collectif à Berlin-Est. L'inventeur de ce procédé est l'architecte Hervé Biele. Crédit : Concluis

La première étape consiste à comparer deux possibilités pour organiser les marchés de travaux :

scenario 1 : un marché global, incluant la déconstruction de l'existant et la construction du futur bâtiment. L'entreprise de travaux gère l'ensemble des opérations en s'entourant des compétences nécessaires.

Scenario 2 : deux marchés successifs, comprenant un marché de déconstruction suivi d'un marché de construction, dans lequel l'entreprise part d'un matériaux défini préalablement.

3.2.1 Aspect technico-économique

Le **Scenario 1** semble plus judicieux que le **Scenario 2**.

En effet, la technique de déconstruction (et donc le coût) sera fortement dépendante des contraintes imposées par le projet de construction.

Pour le groupement, concevoir simultanément déconstruction et construction permet de

- Définir clairement les caractéristiques des matériaux à déposer, et donc de réaliser la technique dépose en conséquence. Par exemple, faire le choix d'un sciage au lieu d'un pelage des fers, en fonction du choix de mise en oeuvre (mode de clivage par exemple)
- Tous les choix techniques et logistique de déposer/repose permettront d'optimiser les coûts en évitant toute opération de dépose inappropriée ou inutile.
- Dans la même logique, de définir en amont les analyses à mener sur les bétons
- Anticiper les étapes de préparation des matériaux grâce à une bonne maîtrise de la dépose.

3.2.2 Aspect logistique :

Le **Scenario 1** semble plus judicieux que le **Scenario 2**

Les retours d'expérience montrent que la logistique est un enjeu fort de ce projet. Organiser marché global (scenario 1) permettrait :

- de ne pas doubler l'infrastructure logistique qui sera pensée sur mesure pendant la conception et demandera donc des efforts (matériel de manutention, camion, dispositif de coordination entre charrier émetteur et récepteur). Dans le cas du scenario 2, un transfert de compétences sur l'ingénierie logistique serait probablement nécessaire.
- de fonctionner sur le principe du flux tendu : le même groupement prend en charge la découpe, la manutention, le transport et la mise en oeuvre des modules sur le chantier récepteur.

Dans le cas où un stockage temporaire des matériaux serait nécessaire,

Scenario 1 : l'entreprise prend en charge le stockage et charge le stockage et reste responsable de sa matière. Elle prend toutes les mesures adéquates (entrepasage des modules, gardiennage, protection contre la casse ou la dégradation due au gel, à l'eau, etc)

Scenario 2 : a priori, il appartiendrait au MOA de gérer cette interface, ce qui impliquerait : de trouver un site d'entrepasage (foncier), de faire installer le matériel de stockage (ceci peut être intégré au marché de déconstruction, dont la prestation comprendrait le transport et l'entrepasage des matériaux moyennant la fourniture de matériel de stockage), assurer le gardiennage. A première vue ce scenario présente une complexité organisationnelle à gérer et des coûts supplémentaires.

3.2.3 Aspect assurantiel :

Le **Scenario 1** semble plus judicieux que le **Scenario 2**

Les aspects assurantiels et techniques sont intimement liés (voir chapitre suivant sur les ATEX). 1 marché global permettrait :

- de mieux définir les attendus en terme de preuves d'aptitude à l'emploi des matériaux déposés, et de limiter le nombre d'interlocuteur ;
- d'intégrer en amont dans les discussion, dès la déconstruction, le bureau de contrôle de l'opération de construction, l'assureur dédomaie de l'entreprise mandataire et la DQ du MOA, et également de faciliter le déploiement de la réflexion des assureurs basée sur l'analyse du couple « ouvrage initial » / « domaine d'emploi »

3.2.4 Aspect juridique :

Le **Scenario 1** semble plus judicieux que le **Scenario 2**

- dans le scenario 2, le MOA reste propriétaire des matériaux au terme du marché de déconstruction, puis commande leur mise en oeuvre dans le marché de construction. Bien que surmontable, cet aspect complexifie le travail du MOA et lui fait courir un risque pendant la période d'entrepasage (en cas de dégradation des matériaux par exemple)

3.2.5 Aspect administratif

Le **Scenario 1** semble plus judicieux que le **Scenario 2**

- un marché global permet ne pas doubler les procédures à mettre en place, d'autant plus qu'il faut s'attendre à des procédures de passage de marché innovantes demandant d'avantage d'efforts et d'organisation.
- Dans le scenario 2, le risque que le marché de construction soit infructueux n'est pas à exclure...

3.2.6 Conclusion

Le **scenario 1** est donc plus judicieux à mettre en oeuvre, car il permettrait d'assurer une meilleure coordination technique, d'anticiper mieux les opérations, de mutualiser les moyens techniques et logistique, de faciliter le dialogue et la coordination entre les acteurs, et de faire courtir moins de risques au MOA...

Selon nous, le **scenario 2** n'est pas pour autant inintéressant. Il pourrait être mis en place dans un second temps dans une logique de répliquabilité, lorsque les premiers retours d'expérience auront permis de stabiliser le procédé DEREKOM. En effet, on peut présumer que lorsque le procédé aura prouvé sa viabilité et que les contraintes techniques de dépose et de mise en oeuvre seront bien connues, il sera possible de « découpler » les opérations d'extraction et d'intégration. Dans une vision prospective (procédé et filière plus mûre), ce découplage permettrait au MOA de s'affranchir de l'adéquation entre offre (démolition) et demande (construction) en constituant un stock de modules « prêt au réemploi ».

Conclusion : après une comparaison de plusieurs critères, le scenario 1 (marché global) s'avère être plus judicieux : forte dépendance entre les procédés techniques déconstruction et de mise en oeuvre, mutualisation des moyens logistiques et stockage évité, assurabilité des ouvrages facilitée, effort administratif moindre, etc. Le scenario 2 pourra être envisagé au long terme, une fois le procédé technique consolidé et la demande stable.

Le fait que le procédé de déconstruction-reconstruction soit encadré par un brevet n'enlève rien au caractère innovant et complexe de l'approche. Le brevet n'empêchera pas le futur titulaire du marché de proposer une solution plus adaptée aux réalités du terrain. Le projet est ainsi soumis à une triple complexité : technique, logistique et juridique.

Le marché global étant innovant, une procédure spécifique s'impose. Plusieurs procédures s'offrent au maître d'ouvrage :

1. Le partenariat d'innovation conduirait à mettre en concurrence plusieurs entreprises pour un projet de R&D. Comme le maître d'ouvrage a déposé un brevet sur le procédé de construction, cette voie a été écartée.

2. L'appel d'offre est envisageable si le maître d'ouvrage à une parfaite connaissance du procédé technique innovant (solutions disponibles et proposées par les différentes entreprises) et des conditions concurrentielles (prix notamment).

3. La procédure concurrentielle avec négociation porterait principalement sur les prix du marché. Elle suppose que le maître d'ouvrage ait déjà une bonne connaissance des solutions techniques à déployées.

4. Le dialogue compétitif s'applique davantage aux situations où le marché est complexe sur les plans juridique, technique et financier.

En interne, le débat porte sur deux des quatre procédures décrites précédemment : l'appel d'offre et le dialogue compétitif.

L'appel d'offre classique est privilégiée par la direction technique à l'origine du brevet, qui considère qu'à partir d'un bâtiment source identifié et caractérisé, le titulaire du marché n'aurait plus qu'à appliquer le brevet. L'enjeu porterait davantage sur la méthode empruntée pour appliquer le brevet et les choix logistiques de l'entreprises.

Le recours au dialogue compétitif permettrait de bénéficier des capacités d'innovation, du savoir-faire et de l'expérience des entreprises pour converger vers la meilleure solution technique. Il éviterait de figer les solutions sur un marché où planent encore de nombreuses incertitudes. La procédure serait plus longue mais la réalisation du marché plus courte dans la mesure où les incertitudes liées au chantier auront été débattues lors des phases de dialogue.

Extraction des modules de bétons :

- Découpe des bétons par sciage des voiles et planchers (sciage par rail guide ou câble diamant) et/ou piochage (permet de conserver les longueurs d'acier et d'assurer le recouvrement lors de la remise en oeuvre) ;
- étaieement intérieur des modules avant manutention ;
- moyens logistiques : grue à tour et support métalliques .

Intégration des modules de bétons :

- maîtrise des techniques de construction préfabriquées en béton ;
- une expérience dans la mise en oeuvre de matériaux de réemploi est un plus mais ne devrait pas un pré-requis.

Le groupement intégrera a priori les entités suivantes :

- un entrepreneur gros oeuvre, responsable de la réalisation et engageant son assurance construction (décennale) et son assurance tous risque chantier (pendant les travaux). Il assurera le contrôle qualité.
- un bureau d'étude : assurerait la conception et le calcul des structures (à la lecture des analyses des bétons existants) ainsi que l'interface avec le bureau de contrôle.
- une entreprise de démolition, présentant des savoir-faire en déconstruction sélective (en site contraint ou en en réhabilitation par exemple) et en curage fin.

Les compétences, les moyens requis pour assurer la réalisation du marché de travaux et la forme possible du groupement d'entreprises sont analysées (hypothèses).

Devant la complexité du marché et les débats internes au maître d'ouvrage, le coordinateur FCRBE suggère de lancer un avis de pré-information, qui conduirait les équipes à améliorer leur vision du marché et les entreprises à formuler un avis sur le futur marché, notamment les solutions techniques envisagées à ce stade. En effet, dans le cadre de la recherche de solutions innovantes et avant d'entamer une procédure de passation de marché, « *l'acheteur peut effectuer des consultations ou réaliser des études de marché, solliciter des avis ou informer les opérateurs économiques de son projet et de ses exigences. Les résultats des études et échanges préalables peuvent être utilisés par l'acheteur, à condition que leur utilisation n'ait pas pour effet de fausser la concurrence* » (article R. 2111-1 du Code de la commande publique). Cette recherche de solutions innovantes qui n'entraîne pas une violation des principes de non-discrimination et de transparence, est associée à la pratique du « sourcing ».

Le sourcing est encore trop considéré par les acheteurs publics comme une entrave aux règles de transparence et d'égalité de traitement des candidats. De ce fait, il est peu pratiqué alors qu'il contribue à une meilleure préparation de la passation d'un marché public et participe à la performance de la commande publique. Ces actions menées en amont de la consultation conduite par SSDH permettraient de :

- Repérer les acteurs chargés du marché global « déconstruction – conception – construction » et les informer de la future passation du marché ;
- Tester le marché et vérifier que les exigences de SDDH (par exemple les aspects techniques du brevet) seront faciles à mettre en oeuvre ;
- S'assurer que plusieurs acteurs peuvent répondre au marché envisagé et ainsi limiter le risque d'appel d'offres infructueux ;
- Bénéficier de remarques sur la/les procédure(s) de marché envisagée(s).

L'ATEx (Avis Technique d'Expérimentation) :

- apporte une réponse sur la faisabilité du projet innovant et sur les choix techniques en conception ;
- spécifie les justifications à apporter en amont du chantier en optimisant leur réalisation ;
- sécurise le choix et l'intervention des entreprises de construction.

- Liste minimale des éléments habituellement demandés par le groupe spécialisé GS3.3 pour les structures tridimensionnelles en béton :
1. Justification du dimensionnement de la structure au regard des sollicitations agissantes ;
 2. Justification de la stabilité de la structure en zone sismique (ancrage, fonction contreventement) ;
 3. Justification en matière de résistance au feu vis-à-vis du domaine d'emploi revendiqué ;
 4. Durabilité des matériaux dans le milieu considéré ;
 5. Justification du Contrôle de Production en Usine ;
 6. Description détaillée de la mise en œuvre : assurance qualité du chantier ;
 7. Justification des moyens de levage ;
 8. Détails des liaisons entre la structure et les autres éléments ;
 9. Justification de la maîtrise des transferts de vapeurs d'eau ;
 10. Justification de la réglementation acoustique ;
 11. Justification de l'étanchéité à l'eau ;
 12. Justification de l'étanchéité à l'air ;
 13. Précisions sur les planchers/murs compatibles avec l'utilisation du procédé ;
 14. Gestion des nouvelles ouvertures: préciser les géométries d'ouvertures admissibles dans les planchers et les murs. Pour les murs,
 15. Fixation des revêtements intérieurs et extérieurs et justification des compatibilités ;
 16. Description détaillée de la mise en œuvre de l'étanchéité.

La première étape consiste à lister les performances techniques de l'ouvrage à construire en réemploi

Pour répondre aux sujets relatifs aux conditions d'application des assurances sur les ouvrages en réemploi (assurance décennale et dommage ouvrage), il est nécessaire d'élaborer une méthode permettant de qualifier, d'évaluer et de valider les performances techniques attendus des matériaux de réemploi pour leur nouvel usage. Au vu de l'échelle du projet et de l'ambition de répliquabilité du procédé, il est décidé de formaliser cette méthodologie via une procédure d'ATEx (Appréciation technique d'expérimentation).