

Ports durables

Analyse du Cycle de Vie

Les défis environnementaux des ports

Les ports maritimes et fluviaux sont confrontés à de nombreux défis. D'un côté, le trafic maritime ne cesse de croître, les nouveaux navires sont de plus en plus grands, ce qui impose aux ports d'augmenter leur capacité en construisant de nouveaux postes d'accostage adéquats. Mais d'un autre côté, notre planète est menacée entre autres par le réchauffement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre et par la raréfaction des ressources naturelles, dont l'eau est un bon exemple. **Comment les ports peuvent-ils se développer de façon durable sans nuire à l'environnement?**

Du point de vue environnemental, l'idéal est de prolonger la durée de vie des structures existantes, si nécessaire en les réhabilitant, par exemple lorsqu'il s'agit d'augmenter le niveau des tirants d'eau. En revanche, la construction d'un nouveau mur de quai est la seule alternative lorsque la capacité doit être augmentée, ou lorsque la structure existante menace de s'écrouler.

Les solutions techniques sont nombreuses, mais le choix final de l'autorité portuaire devra se baser sur une analyse approfondie qui intègre des critères techniques, économiques et environnementaux.

En 2018, ArcelorMittal a chargé Tractebel, un bureau d'ingénieurs-conseils belge indépendant, d'analyser ce sujet complexe et aux multiples facettes [1].
Les ingénieurs se sont penchés plus particulièrement sur les trois indicateurs fondamentaux suivants: la technique, la finance et l'environnement.
Leur défi principal était d'optimiser le dimensionnement de trois solutions différentes et de les comparer du point de vue technique et financier. L'impact environnemental a quant à lui été étudié par le département de R&D d'ArcelorMittal.

Cas d'étude réaliste

Les ingénieurs ont élaboré un cas simple et réaliste en choisissant une géométrie standard pour un terminal de paquebots de croisière. Le quai de 200 mètres de long serait construit dans le port d'Anvers en Belgique et dans des sols représentatifs pour le port. Le tirant d'eau est de 13,0 mètres et le niveau du quai se trouve 5,0 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer (voir coupe transversale). Les solutions constructives qui ont été analysées sont un mur de quai en palplanches acier, une paroi moulée et un quai sur pieux (un «quai danois» donnerait des résultats assez similaires au quai sur pieux).

L'analyse technique et économique a montré que, selon les hypothèses retenues, **le rideau en palplanches est environ 20% plus économique que la paroi moulée**[1], et que le coût d'un quai sur pieux est bien plus élevé.

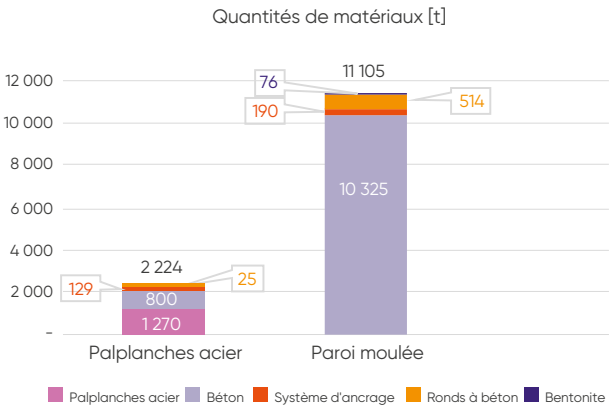
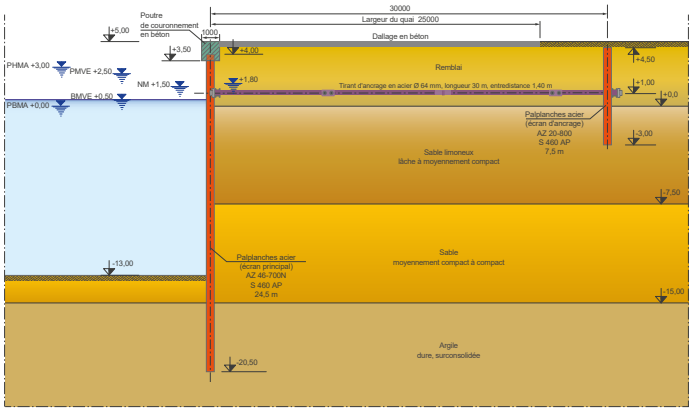
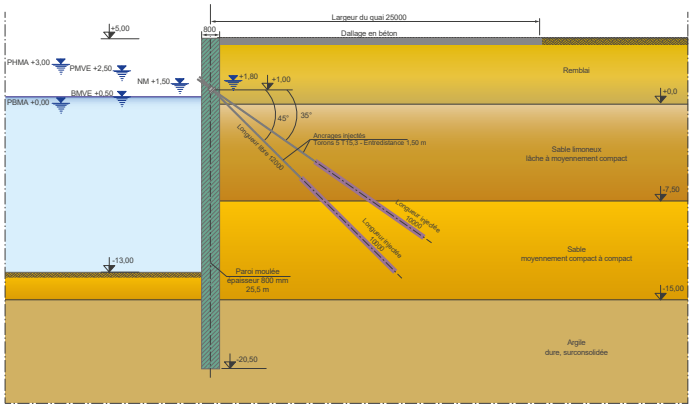


Fig. 1. Masse totale des murs de quai

Coupe de principe des alternatives étudiées pour le mur de quai



Palplanches



Paroi moulée

L'ACV permet de considérer le cycle de vie complet des structures

Les aspects environnementaux ont été analysés en détail au moyen d'une **Analyse du Cycle de Vie** (ACV) qui a été limitée aux deux alternatives les plus économiques. L'objectif était de comparer le **coût total du cycle de vie**, y compris les charges ou les crédits de la phase de fin de vie, à savoir le démantèlement et le recyclage des éléments de la structure, mais sans envisager la réutilisation des éléments récupérés. L'ACV a été réalisée par le département R&D d'ArcelorMittal en 2020 [2] et bien qu'on ne s'attarde que sur l'indicateur environnemental du **Potentiel de Réchauffement Global** (PRG), d'autres indicateurs ont également été comparés. Élaborée à partir des quantités de matériaux reprises dans le cahier des charges préparé par Tractebel, l'ACV a été validée par un panel de trois experts indépendants [3].

Pour ce type d'application, une ACV validée par des experts est une méthode équitable et transparente qui permet de comparer différentes solutions et différents producteurs ou fournisseurs. Bien que les normes ISO et EN ne l'exigent pas, une ACV est plus pertinente lorsqu'elle utilise les Déclarations Environnementales de Produits[2] (DEP) d'un produit spécifique d'un seul producteur plutôt que des données provenant de bases de données génériques. L'étude a été menée en conformité avec les normes ISO 14040 [4] et ISO 14044 [5]. Les données sur les matériaux sont basées sur les DEP conformes à la norme EN 15804 [6] et l'ACV globale de l'infrastructure, même si elle n'est pas applicable, s'inspire de la méthodologie EN 15978 [7]. Afin d'assurer une cohérence de l'étude, les calculs ont été menés avec les DEP d'ArcelorMittal pour les éléments en acier et les DEP publiées par le même titulaire du programme des DEP (Institut Bauen und Umwelt e.V.) pour les autres matériaux.

Influence de la déconstruction et de la phase de fin de vie

Le scénario de fin de vie peut avoir un effet non négligeable sur l'impact environnemental. L'approche préconisée est l'analyse du cycle de vie complet, à savoir du berceau à la tombe. Omettre la phase de déconstruction, de recyclage et de réutilisation peut dans certaines circonstances conduire à une sous-évaluation significative de l'impact environnemental!
En ce qui concerne les hypothèses, les experts se sont mis d'accord sur le fait qu'à la fin de la durée de service de la structure, fixée à 50 ans, **toutes les palplanches acier seraient extraites du sol et recyclées à 99 %**, alors que les 1 % restants seraient mis en décharge.

Étant donné que cette hypothèse est différente de celle de la DEP publiée, le département R&D a développé un outil spécifique afin de recalculer les indicateurs environnementaux.

Comparé à la phase de production (modules A1-A3), en règle générale, le transport et l'installation des palplanches contribuent peu à l'empreinte carbone globale du projet. Pour les palplanches produites et livrées en Europe, cette contribution se situe en dessous des 10 % du total des émissions de gaz à effet de serre.

Résultats de l'analyse du cycle de vie (ACV)

L'ACV a montré que l'**empreinte carbone de l'écran en palplanches acier EcoSheetPile™**[3] est **44 % plus faible que celle de la paroi moulée**[4]. Une analyse de sensibilité a confirmé que malgré les variations observées (écart variant de 19 % à 76 %), la modification de certains paramètres clés n'a pas inversé la tendance par rapport au scénario de base.

Notons que l'utilisation de palplanches **EcoSheetPile™Plus**, produites via la filière électrique (four à arc électrique avec près de 100 % de ferraille) et avec de l'électricité 100 % renouvelable, augmente l'écart entre la solution acier et la solution béton.
En effet, suivant la nouvelle FDES/DEP EcoSheetPile Plus, la phase de production (modules A1-A3) **émet encore moins de CO_2-éq.** par rapport à la gamme standard EcoSheetPile.

Liste des matériaux & bilan carbone

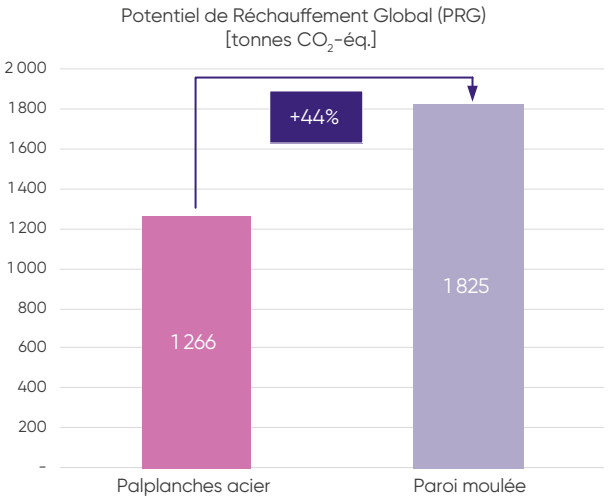


Fig. 2. Résultats de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)

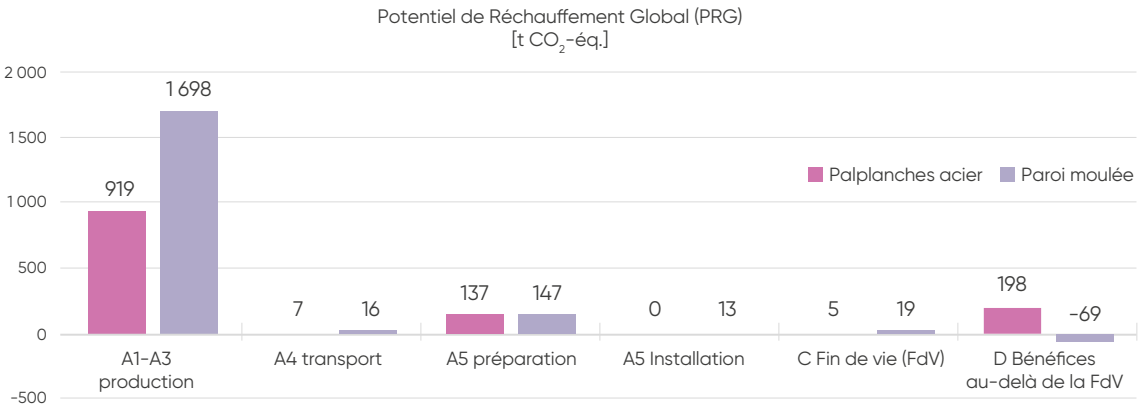


Fig. 3. Potentiel de Réchauffement Global - Contribution des différentes phases

1) Les conclusions ne peuvent pas être simplement transposées à d'autres situations ou pays sans appliquer des facteurs de correction appropriés.
2) Une DEP est une déclaration similaire à une FDES française (Fiche de déclaration environnementale et sanitaire), mais qui ne contient pas autant d'indicateurs environnementaux et sanitaires.
3) La gamme EcoSheetPile™ est fabriquée à partir d'acier 100 % recyclé via la filière électrique (four à arc électrique). Les palplanches acier sont réutilisables et peuvent être recyclées à 100 % après leur durée de vie.
4) Les conclusions ne peuvent pas être simplement transposées à d'autres situations ou pays sans appliquer des facteurs de correction appropriés. Des hypothèses simplificatrices ont été faites dans l'analyse du cycle de vie (ACV).



© Port de Ronne | Danemark

Conclusions

Le choix d'une solution durable doit tenir compte de plusieurs indicateurs clés. Le coût de construction (y compris les frais de conception) est un indicateur primordial, mais il ne faut pas négliger les critères environnementaux tel que **l'empreinte carbone**.

Il existe différentes méthodes scientifiques pour intégrer des critères «non-financiers» dans le processus décisionnel. Dans le cadre des marchés publics européens, on peut recourir à *l'offre économiquement* la plus avantageuse. La méthode de **«monétisation»** est utilisée aux Pays-Bas [8] depuis plusieurs années pour des projets d'infrastructure d'envergure.
La base de cette méthode néerlandaise repose sur la détermination **d'un indice de coût environnemental (ICE)** du projet, calculé au moyen de multiples indicateurs environnementaux provenant des DEP néerlandaises, et qui sont multipliés par des facteurs de pondération adéquats. Cet ICE fait partie des critères de sélection de la solution la plus durable, et il est encourageant de constater qu'avec cette approche, c'est l'entreprise qui offre la solution la plus durable qui emporte le marché, et pas forcément le moins-disant.

Références

[1] TRACTEBEL ENGINEERING S.A,
Methodic comparison of retaining wall solutions, 2018.

[2] ArcelorMittal Global R&D, LCA methodological report - Comparative study of steel sheet pile and concrete slurry wall in quay infrastructure application, Luxembourg, 2020.

[3] Solinen & al - panel review of 3 experts, Critical review of the LCA - Comparative study of steel sheet pile and concrete slurry wall in quay infrastructure application, 2020.

[4] ISO, ISO 14040:2006-07 - Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre, 2006.

[5] ISO, ISO 14044:2006+A1:2018 - Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Exigences et lignes directrices, 2018.

[6] CEN, EN 15804:2012+A1:2013 - Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction, Bruxelles, 2013.

[7] CEN, EN 15978:2011 - Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Évaluation de la performance environnementale des bâtiments - Méthode de calcul, Brussels, 2012.

[8] Stichting Bouwkwaliteit, Determination Method - Environmental performance - Buildings and civil engineering works, Rijswijk, 2019.

Note: les références [1], [2] et [3] sont des rapports non publiés préparés par ou pour ArcelorMittal.

LCA Ports Flyer FR_07.2024

ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l.

Palplanches | 66, rue de Luxembourg | L-4221 Esch-sur-Alzette
T +352 5313 3105 | palplanches@arcelormittal.com
palplanches.arcelormittal.com