

# Durability

## A. Manuel d'utilisateur

<b>1. Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Généralités .....</b>	<b>4</b>
2.1. Gestion des scénarios .....	4
2.2. Méthodes de calcul.....	4
2.3. Murs .....	5
2.4. Systèmes d'unités .....	5
2.5. Catalogue ArcelorMittal .....	5
<b>3. Onglet Palplanches.....</b>	<b>5</b>
3.1. Géométrie.....	6
3.1.1. Assistant des longueurs de flambement.....	6
3.2. Actions.....	6
3.3. Facteurs de sécurité.....	7
3.4. Coefficients partiels de sécurité.....	8
3.5. Facteurs de réduction.....	8
3.6. Durée de vie .....	8
3.7. Quantités d'acier.....	9
3.8. Section de palplanches .....	9
<b>4. Onglet Corrosion .....</b>	<b>11</b>
4.1. Corrosion.....	11
4.1.1. Eurocode 3 - Partie 5 taux de corrosion .....	11
4.1.2. Définition manuelle.....	12
4.1.3. CIR .....	12
4.2. Protection .....	12
<b>5. Onglet Résultats .....</b>	<b>13</b>
<b>6. Onglet LCA .....</b>	<b>15</b>
6.1. Définition des paramètres.....	15
6.1.1. Options.....	15
6.1.2. Recyclage et réutilisation .....	15
6.1.2.1. Pratique commerciale .....	16
6.1.2.2. Réutilisation/recyclage % .....	17
6.1.2.3. Nombre de cycles .....	18
6.1.3. Transport.....	18
6.2. Résultats .....	19
<b>7. Onglet Ancrage .....</b>	<b>20</b>
7.1. Onglet d'ancrage .....	20
7.1.1. Géométrie de l'ancrage .....	22
7.1.2. Facteurs de sécurité.....	22

7.1.3. Définition de l'ancrage.....	22
7.1.4. Vérification de l'ancrage et du boulon .....	22
7.2. Onglet palplanches et plaques .....	23
<b>8. Onglet Synthèse des scénarios.....</b>	<b>24</b>
<b>9. Onglet Sf/Uf résumé .....</b>	<b>25</b>
<b>10. Onglet Graphiques.....</b>	<b>26</b>
<b>11. Caractéristiques ergonomiques .....</b>	<b>27</b>
11.1. Enregistrer et charger un projet.....	27
11.1. Raccourcis clavier .....	27
11.2. Annuler/Rétablir.....	27
11.3. Import Excel depuis Rido.....	27
11.4. Import AMRetain .....	28
11.5. Imprimer le scénario actuel .....	28

## 1. Introduction

L'objectif d'ArcelorMittal est de fournir au métier un logiciel performant, convivial et avancé pour dimensionner des palplanches en acier d'une manière optimisée.

L'objectif principal de l'ingénieur concepteur est de choisir la solution de palplanches la plus rentable en tenant compte de tous les aspects qui ont une influence sur la sécurité de la structure métallique pendant sa durée de vie.

Durability est un logiciel qui simplifie le choix d'une section de palplanches en tenant compte de la corrosion de l'acier dans différents environnements et de la durée de vie de la structure de la palplanche.

Durability est intégré dans un outil puissant comprenant Prosheet et HZM AZ Stresses. Le module d'ancrage est une partie réduite de Durability et vise à vérifier uniquement les systèmes d'ancrage.

Il y a beaucoup de fonctionnalités intéressantes proposées par Durability, mais les plus importantes sont les suivantes:

- Plusieurs torseurs de charges peuvent être appliqués sur la même section de palplanche.
- Des vérifications numériques explicites sont fournies pour chaque torseur selon la méthode de calcul choisie.
- Différentes zones de corrosion peuvent être définies ainsi que des zones de protection.
- Le niveau d'eau peut être différent à l'avant et à l'arrière des palplanches.
- Le mur principal et le mur d'ancrage peuvent être calculés dans le même projet.
- Plusieurs "Scénarios" peuvent être testés et comparés dans un même projet.
- Toutes les palplanches du catalogue ArcelorMittal peuvent être testées automatiquement pour les mêmes conditions de chargement.
- La fixation de l'ancrage et les pièces en acier sont également vérifiées pour de nombreux cas.
- Les systèmes d'unités impériales et métriques sont disponibles.
- Certains filtres sont intégrés dans le logiciel pour trouver facilement les palplanches valides pour toutes les conditions définies.
- De nombreux contrôles des données d'entrée sont intégrés dans le logiciel pour éviter les incohérences.

Il est important de noter que l'utilisateur doit lire et valider les **clauses d'utilisation et de responsabilité** avant de lancer le logiciel.

Durability peut être lancé en plusieurs langues, veuillez choisir celle qui vous convient le mieux.

N'hésitez pas à contacter l'équipe d'ArcelorMittal par mail pour toute question et n'oubliez pas de visiter le site d'ArcelorMittal pour vérifier les mises à jour.

## 2. Généralités

Durability propose une interface conviviale pour définir et vérifier plusieurs solutions de palplanches. Le logiciel est divisé en deux calculs différents :

- Vérification des palplanches
- Vérification du système de fixation des ancrages

La section des palplanches peut être vérifiée selon deux approches de conception différentes :

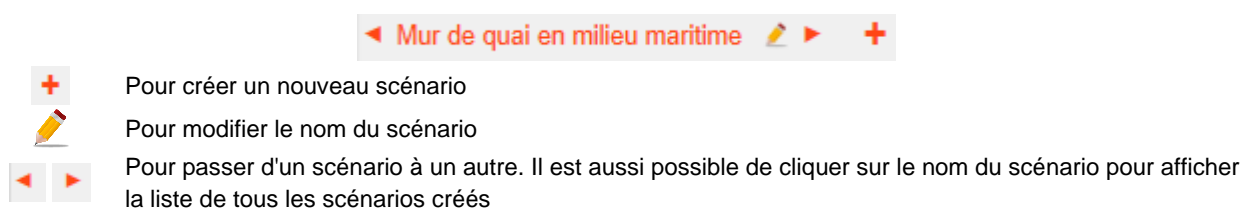
- **Eurocode 3 - Partie 5** (EC3-5)
- **Contraintes admissibles** (ASD)

Le système de fixation des ancrages est vérifié avec l'Eurocode 3 - Partie 5 ou avec la méthode ASD pour les deux types de palplanches :

Les chapitres suivants montrent les différentes options et hypothèses qui ont été implémentées dans le logiciel pour chaque méthode de calcul.

### 2.1. Gestion des scénarios



Durability permet des calculs multiples et indépendants dans un même projet. Chaque calcul indépendant est appelé **Scénario**. Le but est de pouvoir comparer plusieurs solutions pour une même section ou un même projet.



Le menu *Scénarios* propose également :

- Supprimer le scénario actuel
- Dupliquer le scénario en cours: crée un nouveau scénario avec les mêmes données d'entrée

Il est possible de définir des paramètres communs ou spécifiques comme des facteurs partiels de sécurité et de réduction, la durée de vie et les quantités d'acier grâce à l'icône :

-  Les paramètres d'entrée sont communs à tous les scénarios
-  Les paramètres d'entrée sont spécifiques au scénario en cours

Si les paramètres sont communs à tous les scénarios, ils ne peuvent être changé que dans le premier scénario.

Chaque scénario est organisé en plusieurs onglets, chacun ayant un but précis :

- **Palplanche** : définition de la section de la palplanche à utiliser dans le calcul.
- **Corrosion** : définir la perte d'épaisseur de l'acier pour en déduire des propriétés réduites.
- **Résultats** : affiche toutes les vérifications numériques explicites pour chaque niveau de charge.
- **LCA** : fournit les calculs nécessaires pour la déclaration environnementale du produit.
- **Ancrage** : fournit toutes les vérifications numériques nécessaires pour vérifier tous les éléments de fixation du système d'ancrage.
- **Synthèse des scénarios** : résume tous les résultats importants de chaque scénario
- **Résumé des Uf/Sf** : indique le facteur d'utilisation ou le facteur de sécurité pour chaque section de palplanches et nuance d'acier disponibles sur le catalogue ArcelorMittal.
- **Graphiques** : montre graphiquement et numériquement les propriétés des sections de palplanches pour différentes pertes d'épaisseur.

Les chapitres suivants montrent les différentes options disponibles dans chaque onglet.

### 2.2. Méthodes de calcul



L'utilisateur peut choisir entre les deux approches de conception :

1. **Contraintes admissibles (ASD)**
2. **Eurocode 3 - Partie 5**

Ce choix doit être fait dans le menu Scénario, puis dans l'Approche de Conception.

Il est possible de basculer entre ces deux approches à tout moment de la conception. Les données concernées par les deux approches seront conservées.

### 2.3. Murs

Durability inclut la possibilité de manipuler deux murs indépendants dans le même scénario. Cette fonction permet de calculer le mur principal et le mur d'ancrage dans le même scénario. Le mur principal sera toujours activé. Le mur d'ancrage est désactivé par défaut, mais peut être activé avec le  bouton et supprimé avec le bouton . Les mêmes paramètres d'entrée seront requis pour les deux murs, ainsi que les résultats obtenus.



### 2.4. Systèmes d'unités

L'utilisateur peut travailler soit en **unités métriques** (système SI), soit en **unités impériales** (comme c'est le cas aux États-Unis). Il est possible de changer de système d'unités à partir du menu Unités.



### 2.5. Catalogue ArcelorMittal

La dernière version du catalogue ArcelorMittal est intégrée. Il est important de noter que seules les palplanches laminées à chaud de type Z et U sont incluses.

## 3. Onglet Palplanches

L'onglet de palplanches est le premier à être rempli. Il permet de choisir la section de palplanche et de définir toutes les données de base nécessaires au calcul. Il est composé de différentes sections :

- Géométrie
- Actions
- Durée de vie
- Quantités d'acier
- Section de palplanches
- Nuance d'acier
- Propriétés des palplanches (valeurs initiales)
- Notes
- Croquis

Pour l'approche ASD, il y a une section supplémentaire :

- Facteurs de sécurité

Pour l'approche EC3-5, il y a deux sections supplémentaires :

- Facteurs de sécurité partielle
- Facteurs de réduction

Les sous-chapitres suivants détaillent chaque paramètre d'entrée.


### 3.1. Géométrie

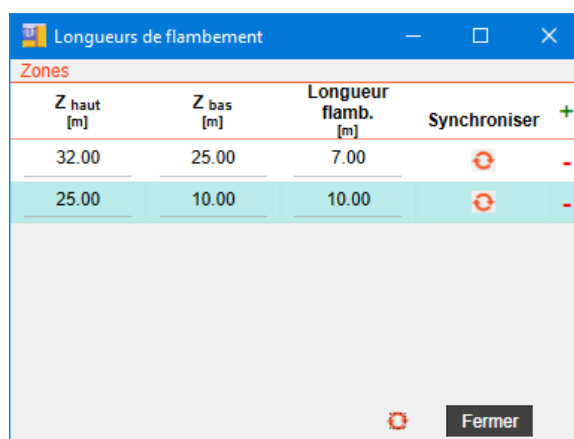
Les palplanches et le niveau d'eau seront caractérisés géométriquement par les paramètres suivants :

Propriété	Métrique (SI)	Impérial	Description
$z_{haut}$	m	ft	Niveau de la tête de la palplanche
$z_{eau\ avant}$	m	ft	Niveau d'eau à l'avant de la palplanche
$z_{eau\ arrière}$	m	ft	Niveau d'eau à l'arrière de la palplanche


Pour l'approche EC3-5, la longueur de flambement peut être définie s'il y a une charge axiale  $N_{Ed}$  non nulle. Il est possible de considérer la même valeur pour tous les niveaux de charge avec la case à cocher *Utiliser la longueur de flambement commune*.

#### 3.1.1. Assistant des longueurs de flambement

Si on a choisi une longueur de flambement non commune, il est possible de choisir des zones pour pouvoir remplir les longueurs de flambement en cliquant sur . Un assistant s'ouvre alors permettant de configurer les zones des longueurs de flambement :



Capture d'écran de l'assistant des zones de longueur de flambement

On peut créer des lignes dans le tableau en cliquant sur le +. Pour chaque zone, on peut choisir le Z du haut et celui du bas, ainsi que la longueur de flambement souhaitée. Il suffit ensuite de synchroniser chaque zone ou alors toutes les zones en même temps en cliquant sur .

### 3.2. Actions

Plusieurs actions peuvent être définies à différents niveaux de la palplanche.

Propriété	Métrique (SI)	Impérial	Description
$z$	m	ft	Niveau de charge
$M_{Ed}$	kNm/m	kip*ft/ft	Valeur nominale du moment de flexion dérivée des calculs géotechniques
$V_{Ed}$	kN/m	kip/ft	Valeur de conception du cisaillement dérivée des calculs géotechniques (disponible uniquement pour l'approche EC3-5)
$N_{Ed}$	kN/m	kip/ft	Valeur nominale de la force axiale dérivée des calculs géotechniques (seule la compression est autorisée)
Longueur de	m	ft	Longueur de flambement (uniquement si la <i>longueur de flambement</i>

flambement			<i>commune</i> n'est pas cochée et en EC3-5)
$e$	mm	in	Excentricité de la charge axiale

Les niveaux peuvent être ordonnés en cliquant sur l'entête de la colonne z.

### 3.3. Facteurs de sécurité

Cette section n'est disponible que pour l'approche ASD.

Propriété	Métrique (SI)	Impérial	Description
$S_{f,min}$	-	-	Facteur de sécurité global cible (valeur minimale souhaitée) sur la nuance d'acier
$S_{f,max}$	-	-	Valeur maximale du facteur de sécurité global sur la nuance d'acier



### 3.4. Coefficients partiels de sécurité

Cette section n'est disponible que pour l'approche EC3-5.

Ces facteurs peuvent être déterminés en sélectionnant une norme d'application nationale (NAD UK, NAD FR ou EN 1993-5) ou définis par l'utilisateur (*spécifique au projet*). Lorsque l'approche est sélectionnée, les valeurs par défaut des facteurs de sécurité partiels sont fournies.

Paramètre	Unité	Unité impériale	Description
$\gamma_{M0}$	-	-	Coefficient de sécurité partiel selon EC3-5 §5.1.1 (4)
$\gamma_{M1}$	-	-	Coefficient de sécurité partiel selon EC3-5 §5.1.1 (4)

Il est possible de définir des facteurs de sécurité partiels communs ou spécifiques parmi les scénarios :

-  Les facteurs de sécurité partiels sont communs à tous les scénarios
-  Les facteurs de sécurité partiels sont spécifiques au scénario actuel

### 3.5. Facteurs de réduction



Ces facteurs de réduction ne seront utilisés que pour les palplanches en U (seulement disponible pour EC3-5).

Paramètre	Unité	Unité impériale	Description
$\beta_B$	-	-	Appliqué à la résistance au moment de flexion
$\beta_D$	-	-	Appliqué au moment d'inertie

Certains tableaux sont accessibles en cliquant sur *Afficher le tableau* pour aider l'utilisateur à choisir les valeurs correctes. Actuellement, les tableaux disponibles sont : Allemagne, France, Grande-Bretagne et Belgique. Il est possible de passer de l'un à l'autre dans la fenêtre pop-up en changeant le pays sur la fenêtre principale de Durability.

Il est important de savoir que même si l'on choisit une palplanche Z, les facteurs de réduction bêta seront utilisés et appliqués aux palplanches en U évaluées dans l'onglet *Résumé des Uf*, c'est la raison pour laquelle ils sont demandés.



Il est possible de définir des facteurs de réduction communs ou spécifiques parmi les scénarios :

-  Les facteurs de réduction sont communs à tous les scénarios
-  Les facteurs de réduction sont spécifiques au scénario actuel

### 3.6. Durée de vie

La durée de vie du projet est définie en années. Elle est utilisée pour déduire la corrosion totale au cas où la corrosion est définie par des taux. Il y a quelques valeurs suggérées dans la liste, mais l'utilisateur peut définir n'importe quelle valeur entière.

Il est possible de définir des durées de vie communes ou spécifiques parmi les scénarios :



-  La durée de vie est commune à tous les scénarios
-  La durée de vie est spécifique au scénario actuel

### 3.7. Quantités d'acier

Cette section permet de définir les dimensions des murs pour le calcul du poids et la conception EPD.

Paramètre	Unité	Unité impériale	Description
$L_{paroi}$	m	ft	Longueur du mur (en vue en plan)
$L_{palplanche}$	m	ft	Longueur des palplanches

Il est possible de définir des quantités d'acier communes ou spécifiques entre les scénarios :

-  Les quantités d'acier sont communes à tous les scénarios
-  Les quantités d'acier sont spécifiques au scénario actuel

### 3.8. Section de palplanches

Cette section permet de choisir la section de palplanches à prendre en compte dans le calcul.

Vous trouverez ici le catalogue ArcelorMittal pour les palplanches laminées à chaud de type Z et U, en particulier :

- AZ-800
- AZ-750
- AZ-770/700
- AZ
- AU
- PU
- GU
- Anciennes sections (non produites aujourd'hui mais disponibles pour vérifier les anciens projets).

Il est possible d'écrire dans les champs de saisie, ce qui facilite la recherche de la section souhaitée.

Elles peuvent être triées par catalogue, par poids, par module de section et par moment d'inertie.

**AZ :Serrures commune soudées/pincées** ne seront disponibles que si  $|z_{eau\ avant} - z_{eau\ arriere}| \geq 5\ m$ . Dans le cas d'une pression différentielle d'eau supérieure à 5 m pour les palplanches en Z et à 20 m pour les palplanches en U, les effets de la pression de l'eau sur la flexion doivent être pris en compte pour déterminer la résistance globale à la flexion.

La réduction est quantifiée par le coefficient  $\rho_p$ . Si les palplanches sont soudées ou avec des serrures, aucune réduction n'est à envisager ( $\rho_p = 1.0$ ).

EC3-5 autorise l'utilisation du module de section plastique pour les classes 1 et 2. Si l'utilisateur ne veut pas faire ce choix, on peut toujours décocher l'option **Utiliser Wel seulement**. Bien sûr, cette case à cocher n'est disponible que pour l'approche EC3-5.

Durability intègre une fonctionnalité intéressante et utile nommée **Palplanches valides**. Si elle est cochée, Durability ne proposera que des sections de palplanches et des nuances d'acier qui vérifient toutes les conditions requises pour chaque niveau de charges défini en tenant compte de la corrosion et de la protection définies dans l'onglet Corrosion.

Certains filtres sont également intégrés pour cibler les sections de palplanches qui respectent simultanément un ou plusieurs critères :

- Une valeur minimale du moment d'inertie
- Une valeur minimale de l'épaisseur de l'âme
- Une valeur minimale de l'épaisseur de l'aile

L'onglet Graphiques montre les différentes propriétés de toutes les sections et nuances d'acier ( $W_{el}$  &  $W_{pl}$ ,  $I_y$ ,  $A$ ,  $M_{c,Rd}$ ,  $M_{v,Rd}$ ) en fonction de la perte d'épaisseur.

Seules les nuances d'acier disponibles pour la section de palplanche choisie sont suggérées. Toutes les nuances d'acier s'affichent si l'option **Afficher tout** est cochée, même si elles ne sont pas disponibles pour la section de palplanches choisie.

Durability ne calcule pas les sections de classe 4, mais propose de les traiter comme des sections de classe 3 à condition de réduire sa nuance d'acier ( $f_y$ ). Plus de détails sont disponibles dans le manuel technique (Partie B de ce manuel). Si l'option **Réduire  $f_y$  pour obtenir Classe 3** n'est pas cochée, les sections de Classe 4 ne seront pas calculées.

Toutes les valeurs des propriétés initiales sont affichées dans le tableau pour la palplanche sélectionnée, avant l'application de la corrosion.

L'utilisateur peut saisir des **notes** pour chaque scénario afin de spécifier des informations supplémentaires. Cela peut être utile si le projet est partagé avec quelqu'un d'autre.

Au fur et à mesure que les actions sont définies, le **graphique** de droite est mis à jour pour indiquer la position de l'action affichée. Ce graphique est également visible dans l'onglet corrosion, c'est la raison pour laquelle il affiche également la corrosion et la protection. Une infobulle affiche les valeurs lorsque la souris s'approche du diagramme.

La section **Résultats** affiche les résultats les plus défavorables, à savoir :

- Facteur de sécurité pour l'approche ASD (valeur minimale)
- Facteur d'utilisation pour l'approche EC3-5 (valeur maximale)

Si les données sont vides, un message d'information s'affiche. Une infobulle contenant des informations plus détaillées s'affiche lorsque la souris approche du message.

## 4. Onglet Corrosion

Cet onglet permet de définir la perte d'épaisseur de l'acier et la protection à prendre en compte pour l'ensemble de la palplanche. Durability gère différentes zones de corrosion et de protection.

La corrosion et la protection sont définies par des zones sur toute la longueur de la palplanche et par des zones latérales (avant/arrière). Les zones se caractérisent par leur niveau inférieur  $z_{inf}$ . Ceci est utile pour distinguer plusieurs zones où les palplanches sont en contact avec des environnements différents et où une protection différente est envisagée. Les colonnes de corrosion totale, à droite, résument la perte d'épaisseur totale prise en compte dans le calcul des propriétés réduites. Bien évidemment, on peut définir différentes protections contre la corrosion pour le mur principal et le mur d'ancrage. Le diagramme de droite montre les valeurs totales de corrosion et de protection pour chaque mur. Les taux de corrosion peuvent être définis soit à partir de l'Eurocode 3 - Partie 5, soit manuellement.

### 4.1. Corrosion

#### 4.1.1. Eurocode 3 - Partie 5 taux de corrosion

- Eurocode 3 - Partie 5 Tableaux 4.1 et 4.2

Perte d'acier	— □ ×					
Années	0	5	25	50	75	100
Atmosphérique						
Atm. Atmosphères normales	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04
Atm. Conditions marines (près de la mer)	0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08
Sol						
Sol. Sols naturels intacts (sable, limon, argile, schiste, ...)	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05
Sol. Sols naturels pollués ou sites industriels	0.00	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12
Sol. Sols naturels agressifs (marais, marécages, tourbe, ...)	0.00	0.01	0.04	0.07	0.10	0.13
Sol. Remblais non compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon, ...)	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09
Sol. Remblais non compactés et agressifs (cendres, scories, ...)	0.00	0.02	0.08	0.13	0.18	0.23
Sol. Remblais compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon, ...)	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04
Sol. Remblais compactés et agressifs (cendres, scories, ...)	0.00	0.01	0.04	0.06	0.09	0.11
Eau						
Eau. Eau douce ordinaire (rivière, canal navigable, ...) dans la zone d'attaque élevée (ligne d'eau)	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06
Eau. Eau douce très polluée (eaux usées, effluents industriels, ...) dans la zone d'attaque élevée (ligne d'eau)	0.00	0.01	0.05	0.09	0.13	0.17
Eau. Eau de mer sous climat tempéré dans la zone d'attaque élevée (basses eaux et zone d'embruns)	0.00	0.02	0.07	0.15	0.22	0.30
Eau. Eau de mer sous climat tempéré dans la zone d'immersion permanente ou de marnage	0.00	0.01	0.04	0.07	0.10	0.14

- Eurocode 3 - Partie 5 NAD UK (2010. Tableau 4.1 et 4.2)

Perte d'acier	— □ ×						
Années	0	5	25	50	75	100	125
Atmosphérique							
Atm. Atmosphères normales	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
Atm. Conditions marines (près de la mer)	0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
Sol							
Sol. Sols naturels intacts (sable, limon, argile, schiste, ...)	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06
Sol. Sols naturels pollués ou sites industriels	0.00	0.01	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
Sol. Sols naturels agressifs (marais, marécages, tourbe, ...)	0.00	0.01	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16
Sol. Remblais non compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon, ...)	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11
Sol. Remblais non compactés et agressifs (cendres, scories, ...)	0.00	0.02	0.08	0.13	0.18	0.23	0.28
Sol. Remblais compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon, ...)	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
Sol. Remblais compactés et agressifs (cendres, scories, ...)	0.00	0.01	0.04	0.06	0.09	0.11	0.14
Eau							
Eau. Eau douce ordinaire (rivière, canal navigable, ...) dans la zone d'attaque élevée (ligne d'eau)	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06
Eau. Eau douce très polluée (eaux usées, effluents industriels, ...) dans la zone d'attaque élevée (ligne d'eau)	0.00	0.01	0.05	0.09	0.13	0.17	0.21
Eau. Eau de mer sous climat tempéré dans la zone d'attaque élevée (basses eaux et zone d'embruns)	0.00	0.02	0.07	0.15	0.22	0.30	0.37
Eau. Eau de mer sous climat tempéré dans la zone d'immersion permanente ou de marnage	0.00	0.01	0.04	0.07	0.10	0.14	0.17

Le bouton Afficher le tableau permet d'afficher le tableau pour l'approche sélectionnée. Toutes les valeurs (en millimètres ou en mils selon le système) correspondent à la perte totale pour chaque durée (en années) pour chaque catégorie d'exposition.

### 4.1.2. Définition manuelle

Il y a deux possibilités :

- Définition de la corrosion par **taux** (mm/an ou mils) : la valeur d'entrée sera multipliée par la durée de vie définie précédemment dans l'*onglet Palplanches* pour obtenir la perte totale.
- Corrosion **perte totale** (mm ou mils) : dans ce cas, il n'est pas logique de définir la protection, c'est la raison pour laquelle les deux colonnes dédiées disparaissent.

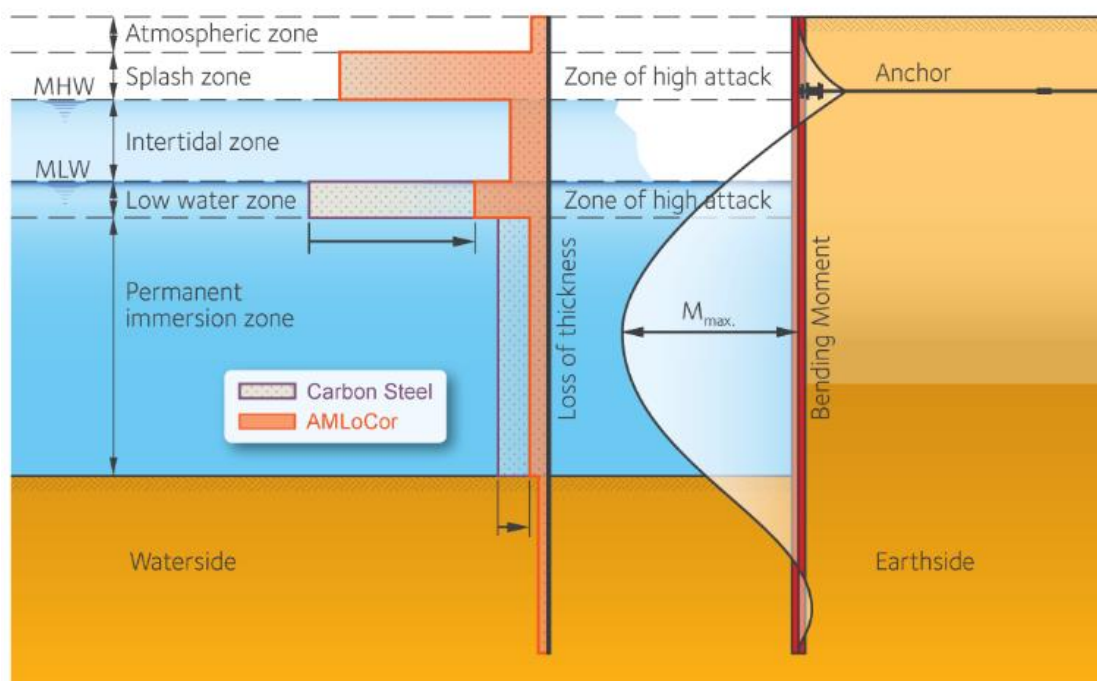
### 4.1.3. CIR

Si la nuance d'acier AMLoCor ou A690 est choisie, il faut définir le Rapport d'Empêchement de Corrosion (CIR, voir le Manuel Technique pour plus d'informations). On peut définir une valeur de CIR différente pour chaque côté (avant/arrière).

Veuillez noter que le CIR ne doit être appliqué que sur les zones d'eau de mer, c'est pourquoi sa définition n'est disponible que pour :

- *Eau de mer sous climat tempéré dans la zone d'attaque élevée (basses eaux et zone d'embruns)*
- *Eau de mer sous climat tempéré dans la zone d'immersion permanente ou de marnage*

Il est aussi disponible lors de la définition de la corrosion en mode manuel.



## 4.2. Protection

La protection est mesurée en années et doit être définie par côté. Sa valeur sera prise en compte comme une réduction de la période pendant laquelle il n'y a pas de perte d'épaisseur par corrosion. Par conséquent, la corrosion totale sera calculée comme le taux de corrosion pendant la durée de vie utile moins le temps de protection.

## 5. Onglet Résultats

L'onglet Résultats affiche toutes les vérifications numériques relatives à chaque niveau de charge définis dans l'onglet *palplanche*. Évidemment, les détails numériques seront différents selon l'approche utilisée (ASD ou Eurocode 3 - Partie 5).

Tout d'abord, on trouve un tableau récapitulatif de chaque niveau de charge, de chaque vérification associé et du facteur de sécurité (Sf) pour l'ASD ou du facteur d'utilisation (Uf) pour l'Eurocode 3- Part 5.

- Approche Eurocode 3 - Partie 5 :

Results								
N°	z [m]	Bending	Bending & shear	Web shear buckling	Buckling	Bending & axial	Bending & shear & axial	Uf
1	2.00	✓	✓	✓	✓	✓	-	0.07
2	-0.75	✓	✓	✓	✓	✓	-	0.38
3	-4.40	✓	✓	✓	✓	✓	-	0.74
4	-11.20	✓	✓	✓	✓	✓	-	0.62
Synthesis		✓	✓	✓	✓	✓	-	0.74

La valeur la plus critique du facteur d'utilisation (valeur maximale) est affichée sur la ligne de synthèse.

- Approche des ASD :

Résultats			
N°	z [m]	ASD	Sf
1	6.56	✓	15.80 > 1.50
2	-2.46	✓	3.26 > 1.50
3	-14.44	✓	1.60 > 1.50
4	-36.75	✓	1.87 > 1.50
Synthèse		✓	1.60

La valeur la plus critique du facteur de sécurité (valeur minimale) est affichée sur la ligne de synthèse.

On peut cliquer sur chaque ligne pour afficher les détails numériques associés ci-dessous (le niveau est spécifié en permanence).

Une croix rouge ✗ en plus du résultat indique que ce critère n'est pas rempli avec la combinaison choisie section / nuance d'acier.

### Approche Eurocode 3 - Partie 5

Détails des vérifications : niveau n°1 (z = 2.00 m)

#### Flexion

✗  $M_{Ed} = 2022 \text{ kNm/m} > M_{c,Rd} = 536 \text{ kNm/m}$   
 $W_{el} = 2094 \text{ cm}^3/\text{m}$

#### Flexion & cisaillement

$V_{Ed} = 317 \text{ kN/m} \leq V_{pl,Rd} = 842 \text{ kN/m}$   
 $V_{Ed} = 317 \text{ kN/m} \leq 0.50 V_{pl,Rd} = 421 \text{ kN/m}$   
 Aucune vérification supplémentaire nécessaire

#### Voilement de l'âme par cisaillement

$\frac{c}{t_w \cdot \varepsilon} = 37.5 < 72$

Aucune vérification nécessaire. Ok!

#### Flambement

$N_{Ed} = 680 \text{ kN/m} \leq N_{pl,Rd} = 4992 \text{ kN/m}$   
 $N_{cr} = 8375 \text{ kN/m}$   $\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} = 0.081 > 0.04$   
 $\alpha = 0.760$   $\bar{\lambda} = 0.772$   $\phi = 1.015$   $\chi = 0.597$

✗  $\frac{N_{Ed}}{\chi N_{pl,Rd}} + 1.15 \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = 4.57 > \frac{\gamma_{M0}}{\gamma_{M1}} = 0.91$

#### Flexion & effort normal de compression

$N_{Ed} = 680 \text{ kN/m} > k_1 N_{pl,Rd} = 499 \text{ kN/m}$  avec  $k_1 = 0.10$   
 $M_{N,Rd} = k_2 M_{c,Rd} (1 - \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}) = 463 \text{ kNm/m}$  avec  $k_2 = 1.00$

✗  $M_{Ed} = 2022 \text{ kNm/m} > M_{N,Rd} = 463 \text{ kNm/m}$

#### Flexion & effort tranchant & effort normal

$N_{Ed} = 680 \text{ kN/m} > k_1 N_{pl,Rd} = 499 \text{ kN/m}$  avec  $k_1 = 0.10$   
 $V_{Ed} = 317 \text{ kN/m} \leq 0.50 V_{pl,Rd} = 421 \text{ kN/m}$

### Approche ASD

Détails des vérifications : niveau n°3 (z = -4.40 m)

#### Contraintes admissibles (ASD)

$$\sigma_{appliquee} = \frac{M}{W_{el,red}} + \frac{N \cdot e}{W_{el,red}} + \frac{N}{A_{red}}$$

$$\sigma_{appliquee} = \frac{500 \text{ kNm/m}}{2094 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}} + \frac{140 \text{ kN/m} \cdot 0.04 \text{ m}}{2094 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}} + \frac{140 \text{ kN/m}}{156.01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma_{appliquee} = 253.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{admissible} = \frac{f_y}{S_f} = \frac{320.00 \text{ MPa}}{1.50} = 213.3 \text{ MPa}$$

✗  $\sigma_{appliquee} = 253.3 \text{ MPa} > \sigma_{admissible} = 213.3 \text{ MPa}$   
 $S_f = 1.26 \leq 1.50$

À gauche, vous trouverez les valeurs de calcul des propriétés des palplanches prises en compte.

Dans le cas de l'approche de l'Eurocode 3 - Partie 5, on peut trouver les propriétés de classification des sections, en particulier la réduction de la classe 4 à la classe 3. Ce cas peut se produire dans deux situations :

- Si la classe réduite est 4, elle sera convertie en classe réduite 3 avec une valeur  $f_y$  réduite.

Classification de la palplanche

Propriété	Ini.	Réd.	Classe 3 réd.
$f_y$	320.00	320.00	124.38
$\epsilon$	0.857	0.857	1.375
$(b/t_f)/\epsilon$	48	79	49
Classe	3	4	3

- Si la classe initiale est 4, elle sera convertie en classe initiale 3 avec une valeur réduite de  $f_y$ . La perte d'épaisseur due à la corrosion pourrait entraîner une réduction de la classe 4, qui serait convertie en classe 3 réduite avec une réduction de la nuance d'acier  $f_y$ .

Classification de la palplanche

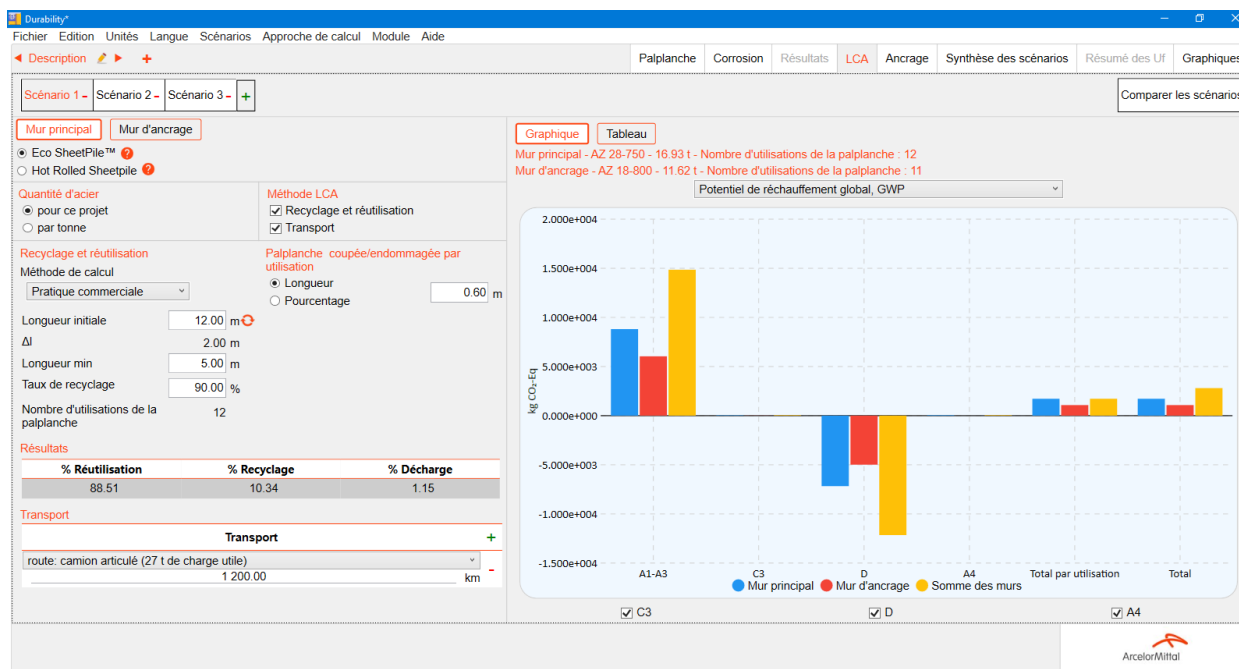
Propriété	Ini.	Réd.	Classe 3 Ini	Classe 3 réd.
$f_y$	430.00	430.00	395.22	206.90
$\epsilon$	0.739	0.739	0.771	1.066
$(b/t_f)/\epsilon$	69	96	66	66
Classe	4	4	3	3

En dessous, vous trouverez les propriétés initiales et réduites de la palplanche sélectionnée. Bien évidemment, les propriétés réduites n'apparaissent que si la corrosion a été définie dans l'*onglet Corrosion* pour le niveau de charge sélectionné.

À droite, le résultat le plus critique parmi tous les niveaux de charge est affiché, soit le facteur de sécurité ( $S_f$ ) pour l'approche ASD soit le facteur d'utilisation ( $U_f$ ) pour l'Eurocode 3 - Partie 5.

## 6. Onglet LCA

Cet onglet est dédié au calcul des EPD (Déclaration Environnementale du Produit). Plusieurs scénarios peuvent être examinés.



Capture d'écran de l'onglet LCA

### 6.1. Définition des paramètres

L'utilisateur peut choisir si les calculs se feront avec la quantité d'acier définie dans l'onglet *Sheet pile* ou alors *par tonne*.

Il est possible d'activer le recyclage et la réutilisation et le calcul des transports.

#### 6.1.1. Options

Il est possible de choisir quel mur est à prendre en compte dans le calcul des LCA si le projet contient un mur principal et un mur d'ancrage. Si les deux sont calculés, une colonne supplémentaire représentant la somme des valeurs apparaît sur le graphique.

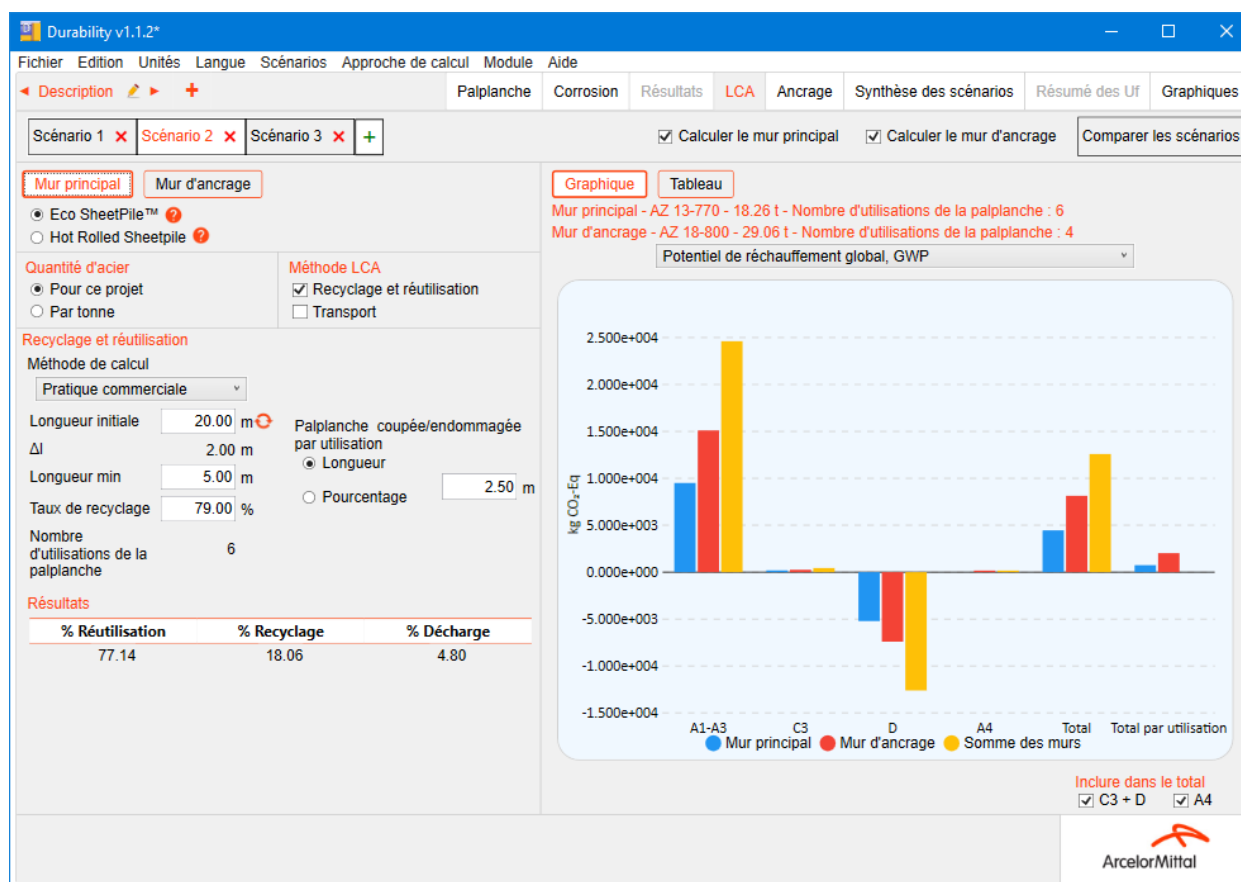
Il est aussi possible de choisir de conserver les paramètres du mur principal au mur d'ancrage.

#### 6.1.2. Recyclage et réutilisation


3 méthodes de calcul sont disponibles :

- Pratique commerciale
- Réutilisation/recyclage %
- Nombre de cycles

### 6.1.2.1. Pratique commerciale



Capture d'écran d'un scenario LCA avec la méthode de calcul Pratique commerciale

La longueur initiale peut être prise de l'onglet *Palplanche* en cliquant sur . Elle peut être augmentée de  $\Delta L$  pour atteindre la vraie longueur utilisée pour le projet.

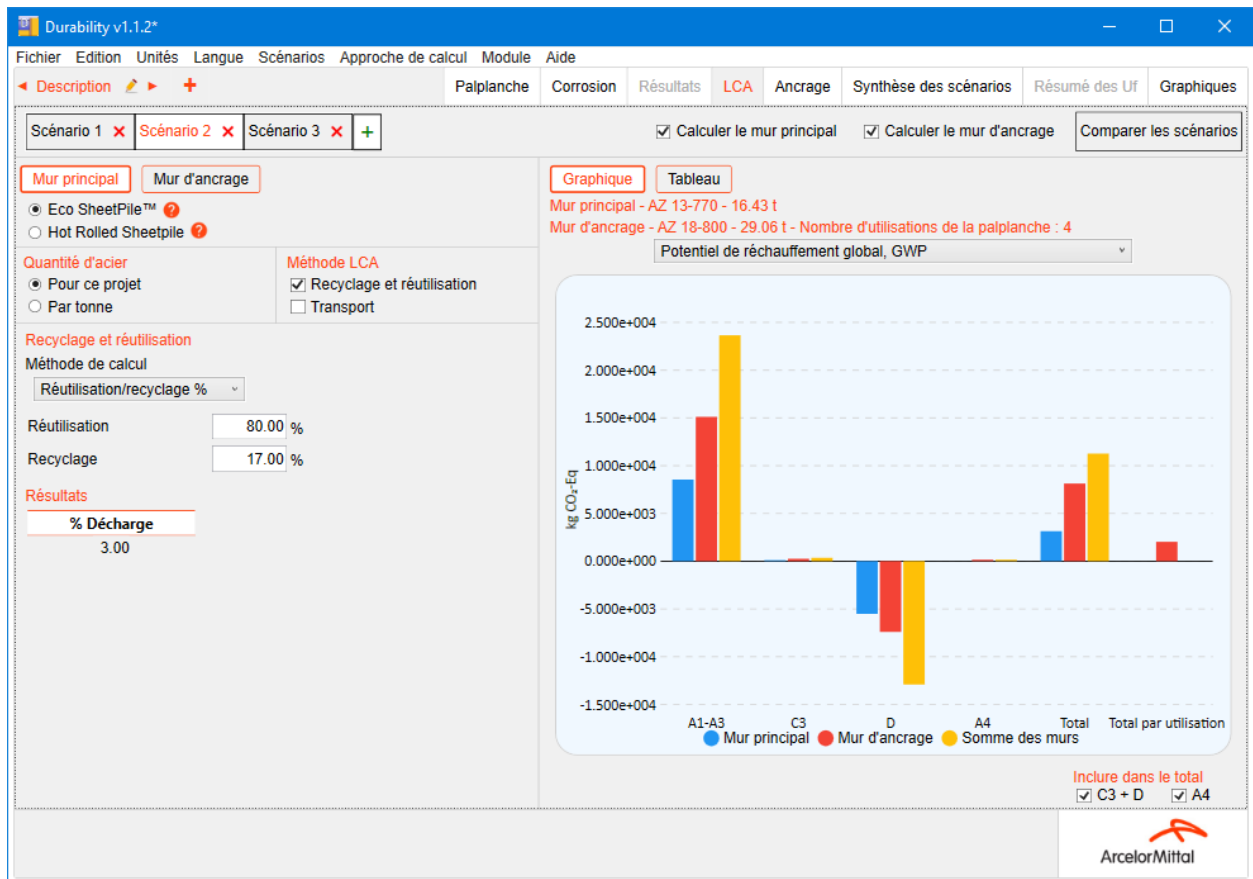
La longueur minimale est la longueur minimum souhaitée de la palplanche.

Le taux de recyclage correspond au pourcentage coupé/endommagé de la palplanche qui peut être recyclé.

Le nombre d'utilisations de la palplanche est calculé en se basant sur la longueur coupée et la longueur initiale.

La longueur coupé/endommagé par utilisation peut être définie soit par longueur soit par pourcentage de la longueur initiale.

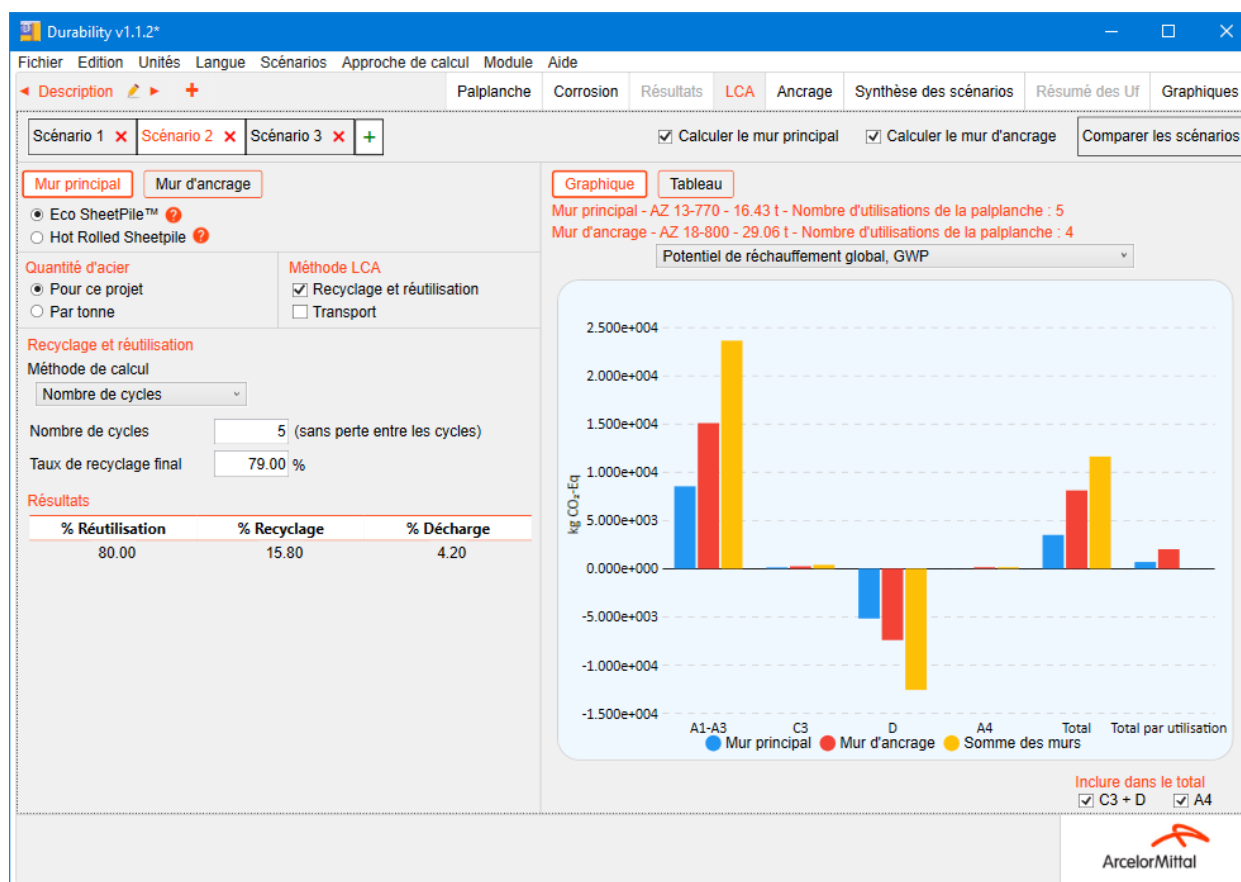
### 6.1.2.2. Réutilisation/recyclage %



Capture d'écran d'un scenario LCA avec la méthode de calcul Réutilisation/recyclage %

Avec cette méthode, on ne doit définir que les pourcentages de réutilisation et de recyclage en %. La décharge est calculé en fonction de ces 2 facteurs.

### 6.1.2.3. Nombre de cycles



Capture d'écran d'un scenario LCA avec la méthode de calcul Nombre de cycles

La méthode de calcul par nombre de cycles permet de définir le nombre de cycles et le taux de recyclage final.

### 6.1.3. Transport

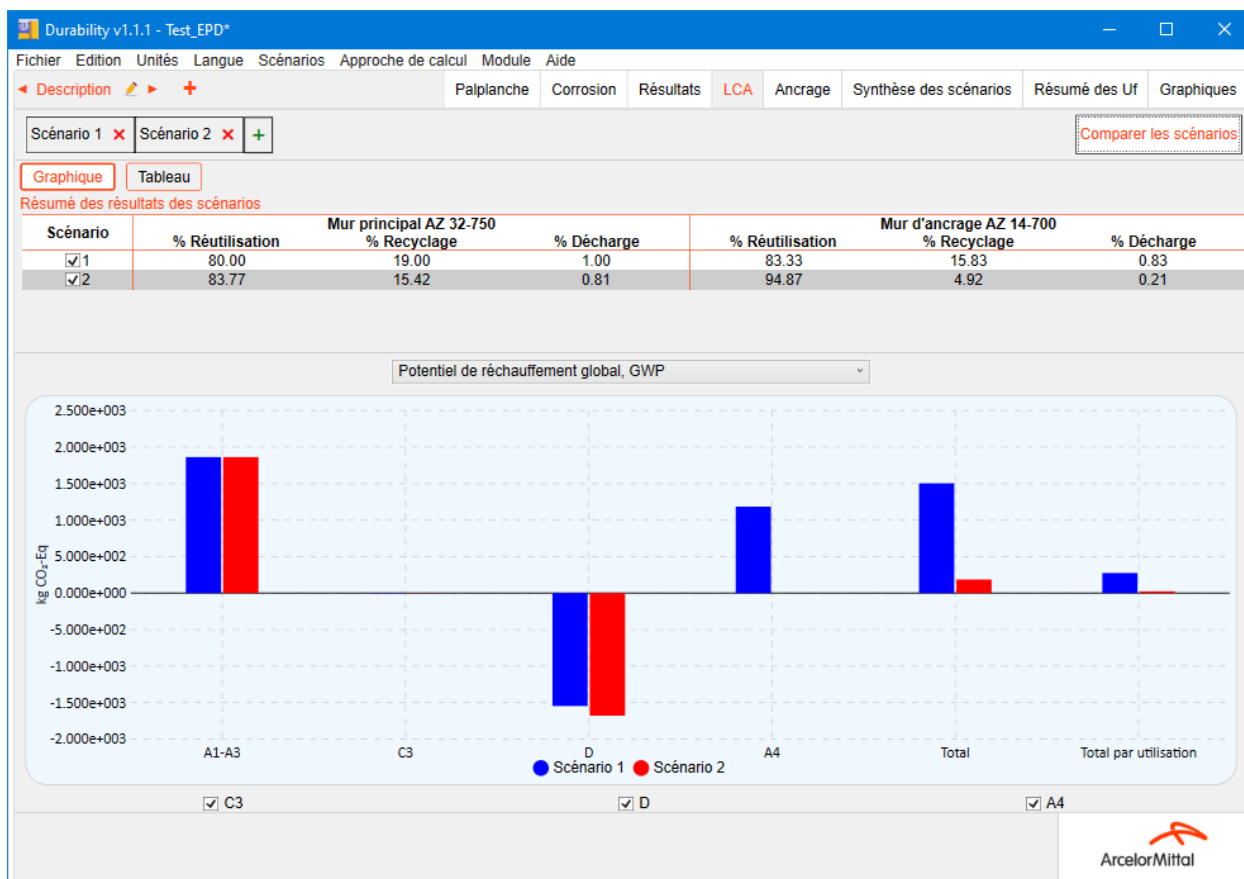
Différents transports peuvent être pris en compte dans le calcul d'EPD (route, rail et eau). Chaque transport peut être associé à une distance totale différente.

## 6.2. Résultats

La réutilisation, le recyclage et les chutes sont calculés à partir des valeurs définies par l'utilisateur. Voir la partie B de ce manuel pour connaître les calculs qui sont réalisés.

Sur le côté droit, on trouve la graphique et les valeurs des tableaux après le calcul. Les quantités individuelles peuvent être affichées directement sur le graphique pour le mur principal et le mur d'ancrage ainsi que le total par utilisation et le total absolu.

Le bouton **Comparaison** permet de comparer plusieurs scénarios en même temps (graphique et tableaux disponibles). Il est important de noter que la somme des quantités associées au mur principal et au mur d'ancrage est indiquée sur le graphique pour chaque scénario.




## 7. Onglet Ancre

Cet onglet est dédié à toutes les vérifications liées à l'ancrage.


Dans l'onglet ancrage, on peut trouver deux onglets à l'intérieur :

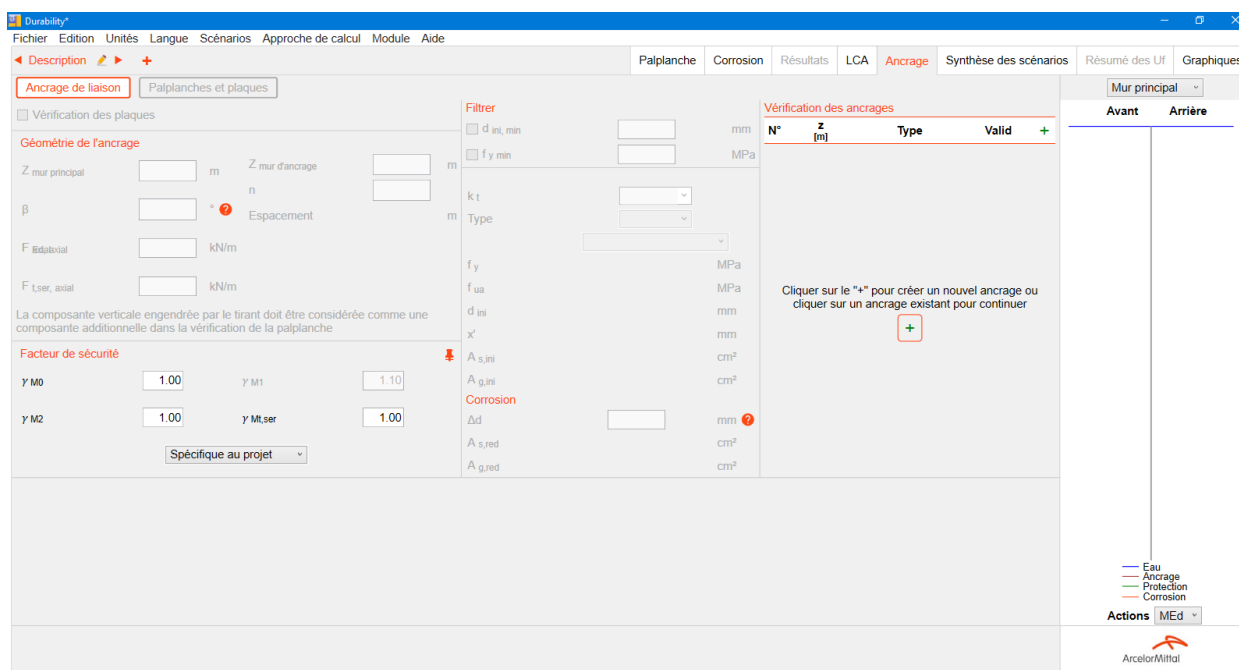
- **Ancrage** : données d'entrée pour l'ancrage et la vérification de l'ancrage et du boulon.
- **Palplanches et plaques** : vérification de tous les éléments relatifs à l'ancrage (plaques d'appui, rondelles à bossages, palplanches et lierne) concernant le mur principal ainsi que la paroi d'ancrage.

Les détails techniques sont disponibles dans la partie B de ce manuel.

N'hésitez pas à afficher des images d'aide en cliquant sur les boutons , spécialement pour l'onglet *Palplanches et plaques* dans l'onglet *Ancrage*.

### 7.1. Onglet d'ancrage

Tout d'abord, il faut créer un nouveau niveau d'ancrage à l'aide du bouton  situé à droite de la fenêtre.



On peut choisir si les vérifications des plaques doivent être effectuées.

Il est possible de tenir compte des conditions sismiques dans la méthode ASD. Voir la partie B de ce manuel (partie technique) pour plus d'informations sur la façon dont les conditions sismiques sont prises en compte.

Une fenêtre pop-up permet de choisir le cas à vérifier. Le cas peut être filtré sur le présence ou non d'une lierne et de rondelles à bossage.

- **Cas 7.4** Ancrage avec une lierne derrière le mur de palplanches
- **Cas 7.5a** Ancrage sans lierne (ancrage situé en creux d'onde du mur de palplanches)
- **Cas 7.5b** Ancrage sans cheville (ancrage située en sommet d'onde du mur de palplanche)
- **Cas 7.6** Ancrage avec une lierne à l'avant de la paroi de la palplanche
- **Cas C + A + E** Ancrage double avec une lierne et 2 boulons
- **Cas E + A + E** Ancrage avec 2 boulons
- **Cas D + A + E** Ancrage double avec une lierne, 2 boulons et des rondelles à bossage sur les plaques du tirant
- **Cas F + A + E** Ancrage avec 2 boulons et des rondelles à bossage sur les plaques du tirant

Il faut spécifier le niveau d'ancrage et la présence d'une rondelle à bossages sur le mur d'ancrage.

**Création d'ancrage**

Filtrer  
Lierne  Rondelle à bossage

Choisissez un cas d'ancrage pour le mur principal

Cas 7.4

Cas 7.6

Cas C + A + E

Cas E + A + E

L'onglet Ancre devient complet une fois qu'au moins un niveau d'ancrage est défini :

**Durability**

Fichier Édition Unités Langue Scénarios Approche de calcul Module Aide

◀ Description ▶

Palplanche Corrosion Résultats LCA **Ancre** Synthèse des scénarios Résumé des UF Graphiques

☒ Vérification des plaques

**Géométrie de l'ancrage**

Z mur principal  m Espacement  m

$\beta$   °

F<sub>Ed, axial</sub>  kN/m

F<sub>t,ser, axial</sub>  kN/m

**Facteur de sécurité**

$\gamma_{M0}$    $\gamma_{M1}$

$\gamma_{M2}$    $\gamma_{Mt,ser}$

**Filtrer**

☐ d<sub>ini, min</sub>  mm

☐ f<sub>y min</sub>  MPa

**Boulon**

k<sub>t</sub>

Type

Boulon

f<sub>y</sub>  MPa

f<sub>ua</sub>  MPa

d<sub>ini</sub>  mm

x'  mm

A<sub>s,ini</sub>  cm<sup>2</sup>

A<sub>g,ini</sub>  cm<sup>2</sup>

**Corrosion**

$\Delta d$   mm

**Méthode de vérification**

☐ Ancrage de liaison ☒ Boulon

**Vérification des ancrages**

N°	z [m]	Type	Valid	+
1	0.00	Ancrage de liaison Boulon	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

☒ Les niveaux d'ancrage sont correctement vérifiés

**Détails des vérifications : boulon n°1 (z = 0.00 m)**

**Vérification à l'ELU**

$$F_{t,Rd} = k_t \cdot \frac{f_{yk} A_s}{\gamma_{M2}} = 324 \text{ kN/boulon}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_{yk} A_s}{\gamma_{M0}} = 509 \text{ kN/boulon}$$

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd}, F_{t,Rd}) = 324 \text{ kN/boulon}$$

$$F_{Ed} = 225 \text{ kN/boulon} \leq 324 \text{ kN/boulon}$$

**Vérification à l'ELS**

$$F_{t,ser} = \frac{f_{yk} A_s}{\gamma_{Mt,ser}} = 409 \text{ kN/boulon}$$

$$F_{t,ser} = 0 \text{ kN/boulon} \leq 409 \text{ kN/boulon}$$

**Avant Arrière Z1**

**Actions**

ArcelorMittal

### 7.1.1. Géométrie de l'ancrage

Paramètre	Métrique (SI)	Impérial	Description
$z_{mur\ principal}$	m	ft	Niveau d'ancrage sur le mur principal
$z_{mur\ d'ancrage}$	m	ft	Niveau d'ancrage sur le mur d'ancrage
$\beta$	°	°	Inclinaison de l'ancrage par rapport à l'horizontale
$F_{Ed}$	kN/m	kip/ft	Valeur ELU de la réaction de l'ancrage issue du dimensionnement
$F_{t,ser}$	kN/m	kip/ft	Valeur SLS de la réaction de l'ancrage issue du dimensionnement (disponible uniquement pour la méthode EC3-5)
$n$	-	-	Nombre de palplanches entre les ancrages (sans unité)

L'espacement entre les ancrages est déduit en fonction de la section choisie dans l'onglet *Palplanches* et de  $n$ .

### 7.1.2. Facteurs de sécurité

Paramètre	Métrique (SI)	Impérial	Description
$\gamma_{M0}$	-	-	Facteur partiel selon 7.1 (4)
$\gamma_{M2}$	-	-	Facteur partiel selon 7.1 (4)
$\gamma_{Mt,ser}$	-	-	Facteur partiel selon 7.1 (4)

Des valeurs spécifiques peuvent être définies avec l'option *spécifique au projet*, mais des jeux de facteurs de sécurité selon différentes normes sont fournis :

- NAD UK
- NAD FR
- FR 1993-5 (2007)

### 7.1.3. Définition de l'ancrage

Durability propose des ancrages et boulons ASDO et AMTB.

Paramètre	Unité	Unité impériale	Description
$k_t$	-	-	Paramètre numérique
$f_y$	MPa	MPa	Nuance d'acier
$f_{ua}$	MPa	MPa	Résistance à la traction de l'ancrage en acier
$A_{s,ini}$	cm <sup>2</sup> cm	in <sup>2</sup>	Section de filetage initiale
$A_{g,ini}$	cm <sup>2</sup> cm	in <sup>2</sup>	Section courante initiale
$\Delta d$	mm	in	Réduction du diamètre à cause de la corrosion
$x'$	mm	in	Tolérance autour du trou de la plaque
$A_{s,red}$	cm <sup>2</sup> cm	in <sup>2</sup>	Section de filetage réduite
$A_{g,red}$	cm <sup>2</sup> cm	in <sup>2</sup>	Section courante réduite

### 7.1.4. Vérification de l'ancrage et du boulon

Le calcul de vérification est différent pour les approches ASD et Eurocode.


Veuillez consulter la partie B de ce manuel pour plus de détails sur les calculs.

## 7.2. Onglet palplanches et plaques

Dans cet onglet, on peut trouver tous les vérifications relatives aux plaques, rondelles à bossages, palplanches et lierne relatifs au niveau d'ancrage sélectionné dans l'onglet précédent sur le mur principal et sur le mur d'ancrage.

Tout d'abord, les propriétés des palplanches nécessaires aux calculs sont affichées.

Une image représente le cas calculé. Ensuite, on peut définir toutes les propriétés relatives aux plaques, à l'écrou, à la rondelle à bossages et à la lierne, en particulier les nuances et la géométrie de l'acier.

Durability est capable de suggérer des propriétés géométriques pour les plaques et les écrous en cliquant sur le bouton .

La vérification des palplanches nécessite des niveaux de chargement à partir de l'onglet *Palplanche* pour vérifier chaque section en tenant compte de la réaction de l'ancrage.

Toutes les vérifications numériques sont fournies de manière détaillée pour chaque cas.

## 8. Onglet Synthèse des scénarios

Cet onglet résume toutes les informations principales pour chaque scénario, en particulier :

- Description du scénario (nom)
- Méthode de calcul : ASD ou Eurocode 3 - 5
- Pour chaque mur :
  - Section de palplanches
  - Nuance d'acier
  - Longueur du mur
  - Longueur des palplanches (LSSP)
  - Poids total
  - Facteur de sécurité ou facteur d'utilisation
  - Vérification globale
- Vérification globale de l'ancrage

Durability - File 02 - Quay wall - Scenario synthesis.AM2017


FichierEditionUnitésLangueModuleAide

PalplancheCorrosionRésultatsEPDAncrege

Synthèse des scénariosRésumé des SfGraphiques

Synthèse des scénarios

Description	Méthode de calcul	Paroi	Palplanche	Nuance d'acier	Long. paroi [m]	L palplanche [m]	Poids d'acier [t]	Sf	Uf	Résultats des scénarios	Résultats d'ancrage	Scénarios retenus
Cross-section A-A	ASD	Mur principal	AU 25	S 320 GP	105.00	19.0	293 664.00	1.60	-	✓	✓	✓
		Mur d'ancrage	AU 14	S 460 AP	88.50	18.0	165 353.40	1.51	-	✓	✓	✓
Cross-section B-B	Eurocode 3 - 5	Mur principal	PU 18	S 355 GP	120.00	21.0	323 064.00	-	0.98	✓	✓	✓
		Mur d'ancrage	AZ 14	S 270 GP	75.04	21.0	184 162.12	-	0.90	✓	✓	✓
Cross-section C-C	Eurocode 3 - 5	Mur principal	PU 32	S 240 GP	260.40	15.0	742 921.20	-	0.98	✓	✓	✓
		Mur d'ancrage	AZ 12	S 270 GP	41.54	14.0	57 376.71	-	0.99	✓	✓	✓
Cross-section D-D	Eurocode 3 - 5	Mur principal	GU 20N	S 460 AP	43.20	11.0	64 247.04	-	0.98	✓	✓	✓
		Mur d'ancrage	AU 26	S 270 GP	67.50	26.0	264 882.15	-	0.99	✓	✓	✓
Total	-	-	-	-	-	-	2 095 670.62	-	-	-	-	-

ArcelorMittal

La colonne **Scénarios retenus** permet de sélectionner un ou plusieurs scénarios pour obtenir le poids cumulé d'acier. Cette fonction a été conçue pour simuler plusieurs coupes transversales d'un même projet sous la forme de scénarios indépendants et pour pouvoir obtenir le poids total de l'acier.

## 9. Onglet Sf/Uf résumé

L'onglet *Résumé Sf* est disponible pour l'approche ASD et l'onglet *Résumé Uf* pour l'Eurocode 3 - Partie 5.

Cet onglet résume le facteur de sécurité ou le facteur d'utilisation pour toute la section de palplanches (ou une plage réduite si le filtre correspondant est activé). C'est le meilleur outil pour choisir la solution la plus rentable, pour la situation initiale et corrodée. Les combinaisons sont classées en 3 groupes : Européen, AMLoCor et ASTM. Le facteur de réduction AMLoCor et A690 (CIR) peut être sélectionné indépendamment du choix initial dans l'onglet *Palplanche*.

Pour l'approche ASD, les combinaisons section / nuance d'acier qui ne répondent pas aux critères ont un facteur de sécurité inférieur à  $S_{f,min}$ . Leurs valeurs ne sont affichées que si elles sont supérieures à  $S_{f,min}$  et inférieures à  $S_{f,max}$  ou supérieures à  $S_{f,min} - 10\%$  (valeurs grises), sinon elles ne sont pas affichées (-).

Pour l'approche Eurocode 3 - Partie 5, les combinaisons section / nuance d'acier qui ne correspondent pas aux critères ont un facteur d'utilisation supérieur à 1,0. Leurs valeurs ne sont affichées que si elles sont légèrement supérieures à 1,0 (valeurs grises), sinon elles ne sont pas affichées (-).

Les combinaisons non disponibles section / nuance d'acier sont indiquées par (°). Veuillez contacter le service technique pour les combinaisons marquées avec (°°°).

Durability - File 01 - Quay wall.AM2017

Fichier Edition Unités Langue Scénarios Module Aide

Quay wall in a marine environment (ASD) Palplanche Corrosion Résultats EPD Ancrage Synthèse des scénarios **Résumé des Sf** Graphiques

Mur principal Mur d'ancrage

Facteur de sécurité

☐ Ini.

☒ Réd.

Facteur de réduction pour AMLoCor

Avant 5 Arrière 3

Facteur de réduction pour A690

Avant 3 Arrière 1

	\$ 240 GP	\$ 270 GP	\$ 320 GP	Européen \$ 355 GP	\$ 390 GP	\$ 430 GP	\$ 460 AP	Blue320	AMLoCor Blue355	Blue390	A 328	A572 Gr.50	A572 Gr.60
AZ 18-800	-	-	1.37	1.51	1.66	1.83	1.96	*	*	*	-	1.47	1.62
AZ 20-800	-	-	1.50	1.67	1.83	2.02	2.16	1.50	1.67	1.83	*	1.62	1.78
AZ 22-800	-	1.38	1.64	1.82	2.00	2.20	2.36	*	*	*	1.38	1.77	1.95
AZ 23-800	-	1.49	1.76	1.95	2.15	2.37	2.53	*	*	*	1.49	1.90	2.09
AZ 25-800	1.43	1.61	1.91	2.11	2.32	2.56	2.74	*	*	*	1.61	2.05	2.26
AZ 27-800	1.54	1.73	2.05	2.27	2.50	2.75	2.94	*	*	*	1.73	2.21	2.43
AZ 28-750	1.60	1.80	2.13	2.36	2.60	2.86	3.06	*	*	*	1.80	2.30	2.53
AZ 30-750	1.72	1.94	2.29	2.54	2.80	3.08	3.30	*	*	*	1.94	2.47	2.72
AZ 32-750	1.84	2.07	2.46	2.73	3.00	3.30	3.53	*	*	*	2.07	2.65	2.92
AZ 12-770	-	-	-	-	-	-	1.35	*	*	*	-	-	-
AZ 13-770	-	-	-	-	-	-	1.42	*	*	*	-	-	-
AZ 14-770	-	-	-	-	-	1.39	1.48	*	*	*	-	-	-
AZ 14-770-10/10	-	-	-	-	-	1.45	1.55	*	*	*	-	-	-
AZ 12-700	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-
AZ 13-700	-	-	-	-	-	-	1.43	*	*	*	-	-	-
AZ 13-700-10/10	-	-	-	-	-	1.40	1.49	*	*	*	-	-	-
AZ 14-700	-	-	-	-	-	1.45	1.56	*	*	*	-	-	-

(\*) Not available  
(\*\*\*) Available but contact technical department

Durability - File 01 - Quay wall.AM2017

Fichier Edition Unités Langue Scénarios Module Aide

Quay wall in a marine environment (EC) Palplanche Corrosion Résultats EPD Ancrage Synthèse des scénarios **Résumé des Uf** Graphiques

Mur principal Mur d'ancrage

Facteur d'utilisation

☐ Ini.

☒ Réd.

Facteur de réduction pour AMLoCor

Avant 5 Arrière 3

Facteur de réduction pour A690

Avant 3 Arrière 1

	\$ 240 GP	\$ 270 GP	\$ 320 GP	Européen \$ 355 GP	\$ 390 GP	\$ 430 GP	\$ 460 AP	Blue320	AMLoCor Blue355	Blue390	A 328	A572 Gr.50	A572 Gr.60
AZ 18-800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AZ 20-800	-	-	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.67	0.60	0.55	*	0.88	0.88
AZ 22-800	-	0.83	0.70	0.63	0.62	0.62	0.62	*	*	*	0.83	0.65	0.62
AZ 23-800	0.86	0.77	0.65	0.60	0.57	0.55	0.53	*	*	*	0.77	0.61	0.58
AZ 25-800	0.69	0.70	0.59	0.54	0.49	0.44	0.41	*	*	*	0.70	0.55	0.50
AZ 27-800	0.64	0.57	0.48	0.49	0.45	0.41	0.38	*	*	*	0.57	0.51	0.46
AZ 28-750	0.62	0.63	0.53	0.48	0.44	0.40	0.37	*	*	*	0.63	0.49	0.45
AZ 30-750	0.57	0.51	0.49	0.44	0.40	0.36	0.34	*	*	*	0.51	0.45	0.41
AZ 32-750	0.53	0.47	0.39	0.35	0.37	0.34	0.32	*	*	*	0.47	0.37	0.38
AZ 12-770	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-
AZ 13-770	-	-	-	1.08	1.03	1.03	1.03	*	*	*	-	-	1.03
AZ 14-770	-	-	-	1.05	0.93	0.85	0.84	*	*	*	-	1.05	0.96
AZ 14-770-10/10	-	-	1.08	0.98	0.89	0.81	0.75	*	*	*	-	1.00	0.91
AZ 12-700	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	-	-	-
AZ 13-700	-	-	-	1.06	0.97	0.90	0.90	*	*	*	-	1.09	0.99
AZ 13-700-10/10	-	-	-	1.01	0.92	0.84	0.78	*	*	*	-	1.04	0.95
AZ 14-700	-	-	1.07	0.97	0.88	0.80	0.75	*	*	*	-	1.00	0.90

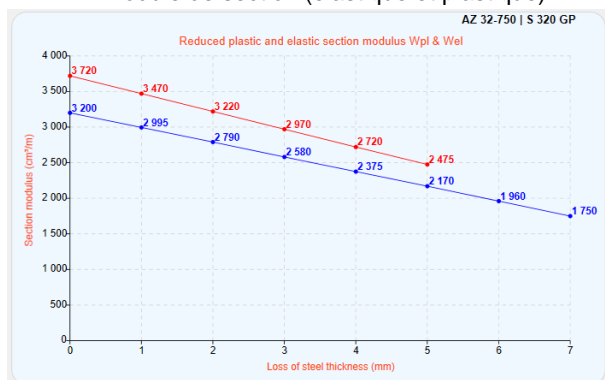
(\*) Not available  
(\*\*\*) Available but contact technical department

## 10. Onglet Graphiques

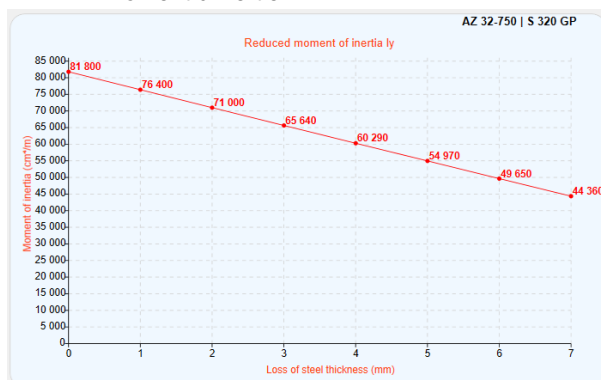
Les graphiques sont un bon outil pour analyser le comportement d'une section en fonction de la perte d'épaisseur d'acier et des nuances d'acier. On peut aussi comparer différentes sections. La combinaison actuelle section / nuance d'acier dans cet onglet peut être conservée et exportée vers l'onglet *Palplanches* pour être utilisée dans les vérifications numériques (bouton *Utiliser cette palplanche*).

Il y a plusieurs onglets à l'intérieur du graphique :

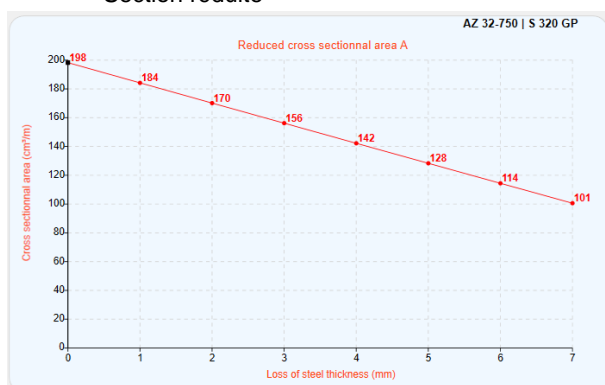
- Module de section (élastique et plastique)



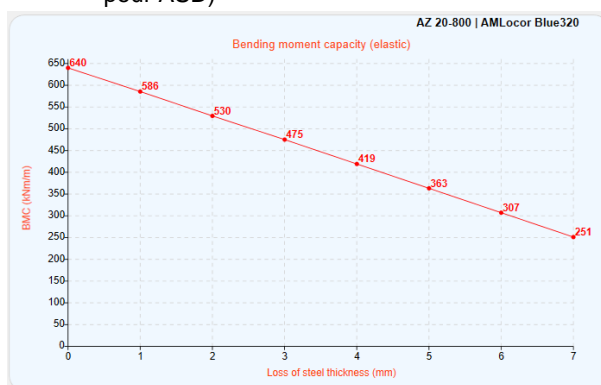
- Moment d'inertie



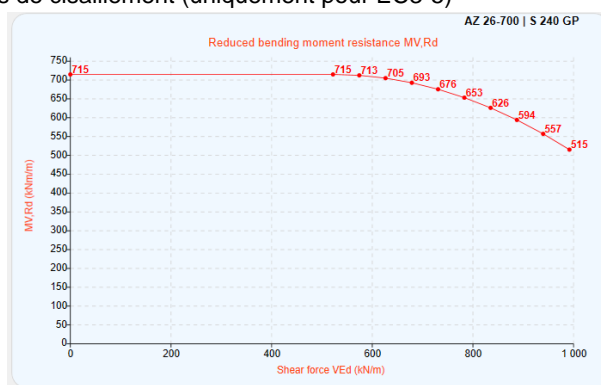
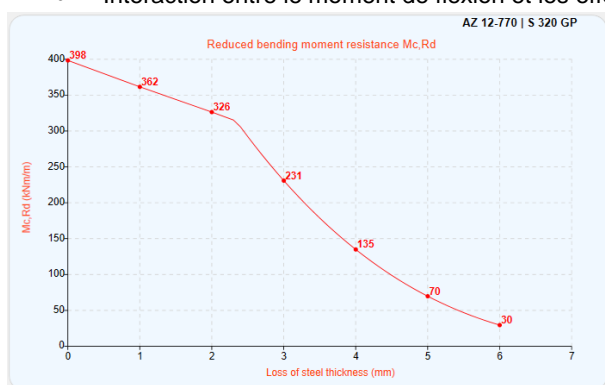
- Section réduite



- Capacité de moment de flexion (uniquement pour ASD)



- Interaction entre le moment de flexion et les efforts de cisaillement (uniquement pour EC3-5)



## 11. Caractéristiques ergonomiques

### 11.1. Enregistrer et charger un projet

Une fois le projet défini, on peut l'enregistrer dans un fichier qui peut être ouvert ultérieurement. L'extension du fichier est .AM2017.

#### 11.1. Raccourcis clavier

Des raccourcis clavier sont disponibles pour permettre de naviguer facilement dans Durability :

- **Ctrl + N** Nouveau projet
- **Ctrl + S** Enregistrer le projet
- **Ctrl + Shift + S** Enregistrer le projet sous
- **Ctrl + O** Ouvrir un projet
- **Ctrl + P** Ouvrir l'assistant d'impression
- **Alt + F4** Fermer le logiciel
- **Ctrl + Z** Annuler
- **Ctrl + Y** Rétablir
- **Ctrl + C** Copier
- **Ctrl + V** Coller
- **Ctrl + T** Lorsque la sélection se trouve dans un tableau éditables, cela crée une nouvelle ligne à la fin de ce tableau

#### 11.2. Annuler/Rétablir

Une fonctionnalité permettant d'annuler/rétablir les actions utilisateurs existe dans le logiciel en utilisant les raccourcis :

- Ctrl + Z pour Annuler
- Ctrl + Y pour Rétablir

Cette fonctionnalité est indépendante entre les onglets. Cela signifie qu'une action faite sur l'onglet « Palplanche » ne peut être annulée/rétablie que si l'utilisateur se trouve sur cet onglet.

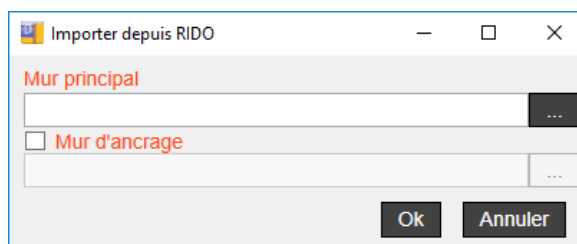
#### 11.3. Import Excel depuis Rido

Les données d'entrée peuvent être importées à partir d'une feuille de calcul Excel (menu Fichier / Importer). Ceci est très utile pour vérifier tous les niveaux de charge obtenus à partir d'analyses géotechniques afin de s'assurer que la section de palplanches retenues vérifie toutes les conditions requises à chaque niveau.

Pour ce faire, nous devons tout d'abord préparer un fichier Excel. Le fichier modèle est disponible avec le package Durability. Ce fichier peut être généré par exemple avec Rido. Veuillez noter que certains renseignements supplémentaires sont requis dans ce fichier, en particulier :

- Niveau d'eau sur la face avant
- Niveau d'eau à l'arrière
- Position des ancrages (s'il y en a)

Ensuite, cliquez sur le menu Fichier / Importer et choisissez fichier Excel. Bien évidemment, ce processus peut être fait pour le mur principal et pour le mur d'ancrage.



Veuillez noter qu'il est possible d'indiquer à Durability quel ancrage du mur principal correspond au mur d'ancrage un. Ceci peut facilement être fait en utilisant le même numéro d'identification dans deux fichiers Excel au niveau correspondant respectivement.

#### 11.4. Import AMRetain

Il est possible d'importer un projet AMRetain dans Durability. Le projet AMRetain doit avoir son fichier de résultats dans le même dossier que le fichier projet et le calcul à l'ELU doit être activé sur ce projet pour être importé.

#### 11.5. Imprimer le scénario actuel

Le scénario courant peut facilement être imprimé pour générer un rapport avec toutes les données d'entrée et tous les vérifications numériques détaillées pour chaque niveau de charge et pour chaque niveau d'ancrage.

Le mur principal et le mur d'ancrage sont manipulés séparément, il est donc facile d'en imprimer un seul si nécessaire.

On peut choisir quels éléments doivent être imprimés, en particulier :

- Données d'entrée des palplanches
- Données d'entrée sur la corrosion et la protection
- Synthèse des résultats (tableau récapitulatif de l'onglet *Résultats*)
- Tous les vérifications numériques associés à chaque niveau de charge
- Calcul de l'EPD
- Chaque vérification numérique associé à chaque niveau d'ancrage

Assistant d'impression :

Assistant d'impression

☒ Mur principal

☒ Palplanche

☒ Corrosion

☒ Synthèse des résultats

☒ Résultats détaillés des actions sélectionnées

☒ Action n° 1 (z= 2.00 m , Sf= 15.80 )

☒ Action n° 2 (z= -0.75 m , Sf= 3.26 )

☐ Action n° 3 (z= -4.40 m , Sf= 1.60 )

☒ Action n° 4 (z= -11.20 m , Sf= 1.87 )

☒ Mur d'ancrage

☒ Palplanche

☒ Corrosion

☒ Synthèse des résultats

☒ Résultats détaillés des actions sélectionnées:

☒ Action n° 1 (z= 3.00 m , Sf= 4.41 )

☐ Action n° 2 (z= -0.75 m , Sf= 1.51 )

☐ Action n° 3 (z= -7.00 m , Sf= 4.21 )

☒ Ancrage

Ancrage

☒ Ancrage n° 1 (z= -4.00 m )

☒ Ancrage n° 2 (z= -7.50 m )

☐ Ancrage n° 3 (z= -12.00 m )

☒ EPD

☒ Tableau

☒ Comparaison des tableaux

Scénarios EPD

☒ Scénario 1

☒ Scénario 2

☒ Scénario 3

Imprimer ce scénario

Le rapport généré ressemble à ceci :

Version 1.0

Test 9

Calculation method: Eurocode 3 - Part 5

Head wall

Geometry

Z top 0.00 m

Z w front 0.00 m

Z w back 0.00 m

Buckling length 4.50 m

Partial safety factors

Project specific

Y M0 1.10

Y M1 1.25

Y M2 1.00

Y Muser 1.25

Sheet pile properties (initial values)

W el,y	W pl,y	I y	A	t r	t w	h	α	b	c	A v
1 600	1 891	32 850	146.50	11.50	9.30	411.00	47.80	327.20	269.64	49.54

S y 935.00

r o 25.00

mass 115.00

B 1 500.00

Service life

Service life 0 years

Steel grade

ε 0.776

(b/t r)/ε 37

Class ini. 2

Steel quantities

L wall 0.0 m

L SSP 0.00 m

Reduction factors

β B 0.75

β D 0.95

Actions

Position	Z [m]	M Ed [kNm]	V Ed [kN]	N Ed [kN]	e [mm]
1	0.00	500	450	850	0.00

11/23/2018 17:59 Page 1

Version 1.0

Results

N°	Z [m]	Bending	Bending & shear	Web shear buckling	Buckling	Bending & axial	Bending & shear & axial	Uf
1	0.00	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0.99

Numerical details : level n°1 (z = 0.00 m)

Section classification

Property

Ini.

Unit

f y 390.00

ε 0.776

(b/t r)/ε 37

Class 2

Selected section properties

Property

Ini.

Unit

W el,y 1 600

W pl,y 1 891

I y 32 850

A 146.50

t r 11.50

t w 9.30

h 411.00

α 47.80

b 327.20

c 269.64

A v 49.54

S y 935.00

r o 25.00

mass 115.00

kg/m²

Bending

$M_{Ed} = 500 \text{ kNm/m} \leq M_{c,Rd} = \frac{f_y W_{el,y}}{\gamma_{M0}} = 503 \text{ kNm/m}$

$W_{el} = 1891 \text{ cm}^3/\text{m}$

Bending & shear

$V_{Ed} = 450 \text{ kN/m} \leq V_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\sqrt{s} \gamma_{M0}} = 1014 \text{ kN/m}$

$V_{Ed} = 450 \text{ kN/m} \leq 0.50 V_{c,Rd} = 507 \text{ kN/m}$

No further verification needed

Web shear buckling

$\frac{t_w}{t_r} = 37.4 < 72$

No verification required. OK!

Buckling

$N_{Ed} = 850 \text{ kN/m} \leq N_{c,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}} = 5194 \text{ kN/m}$

$N_{c,Rd} = \frac{E I_{y,red}}{l^2} = 31941 \text{ kN/m}$

$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0.027 \leq 0.94$

No further verification needed

Bending & axial

$N_{Ed} = 850 \text{ kN/m} \leq k_1 N_{c,Rd} = k_1 \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}} = 1299 \text{ kN/m}$  with  $k_1 = 0.25$

Correct sheet pile selected

11/23/2018 17:59 Page 3