

Prosheets

A. Manuel d'utilisation

1. Introduction	3
2. Généralités	4
2.1. Gestion des scénarios	4
2.2. Systèmes d'unités	4
2.3. Catalogue ArcelorMittal	4
3. Dessin de la coupe de calcul	5
4. Onglet Projet	6
4.1. Description	6
4.2. Type de projet	6
4.3. Méthode de calcul	7
4.3.1. Facteur de sécurité globale de la méthode classique	7
4.3.2. Facteurs partiels de la méthode Eurocode	7
4.3.3. Options	8
5. Onglet Palplanches	9
5.1. Section de palplanches	9
5.2. Section géométrie	9
5.3. Section sur les facteurs de réduction	9
5.4. Type de fixation en pied	10
5.5. Section Ancrage	10
5.5.1. Mur ancré	10
5.5.2. Mur butonné	10
5.5.3. Mur d'ancrage	11
5.5.4. Mur principal et mur d'ancrage	11
6. Onglet Sol	11
6.1. Niveau naturel du sol	12
6.2. Onglet des couches de sol	13
6.2.1. Base de données sur les sols	13
7. Onglet Hydraulique	14
8. Onglet Charges	14
8.1. Charges sur la partie sol	14
8.2. Charges sur l'écran	15
8.3. Section sur les charges d'une vague	15
9. Onglet Sismique	16
9.1. Effets hydrodynamiques (Westergaard)	16

10. Onglet Résultats	17
10.1. Section graphique.....	17
10.2. Section Tables.....	18
10.3. Section Détails.....	18
11. Onglet Synthèse des scénarios.....	19
12. Caractéristiques ergonomiques	19
12.1. Export vers Excel.....	19
12.2. Export vers Durability	20
12.3. Imprimer les scénarios	20

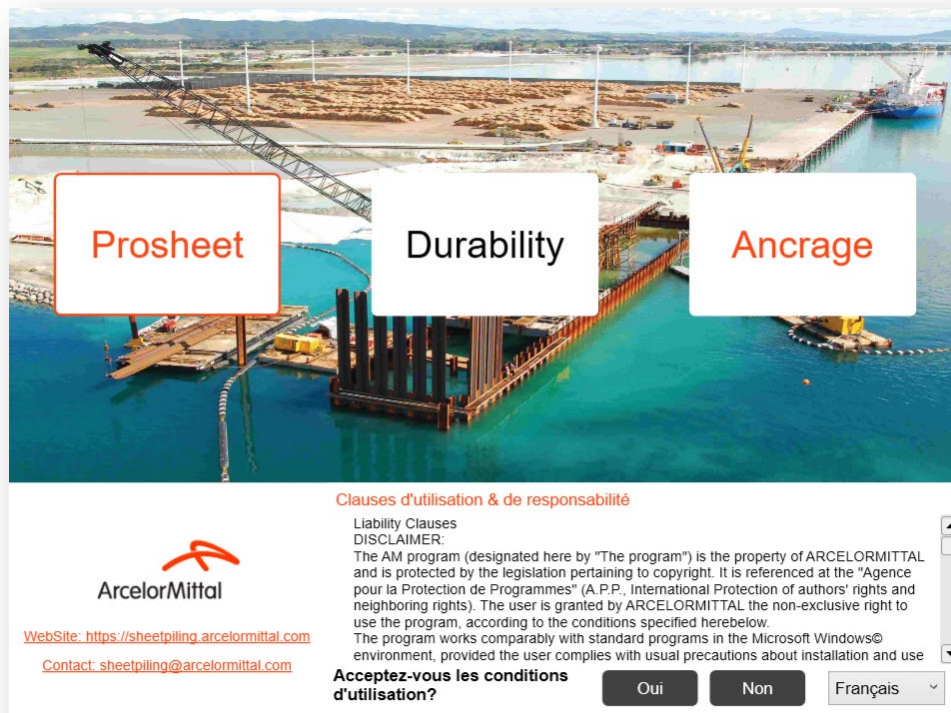
1. Introduction

ArcelorMittal a pour objectif de proposer un logiciel de calcul convivial et rigoureux techniquement pour concevoir un écran de soutènement en palplanches en acier.

L'objectif principal de l'ingénieur concepteur est de choisir la solution de palplanches la plus optimale en tenant compte de tous les facteurs qui interviennent dans l'équilibre de l'écran pendant sa durée de vie.

Prosheets est un logiciel qui permet de modéliser les actions courantes sur un écran de soutènement afin d'établir son équilibre en déduisant la fiche nécessaire et les efforts internes générés internement dans chaque section de palplanche. Il permet de définir, par exemple, le niveau d'excavation, les conditions d'appui et les charges externes appliquées sur le sol ou directement sur l'écran.

Prosheets est intégré dans un logiciel multi-modules comprenant Durability et Ancrage.



Prosheets propose de nombreuses fonctionnalités intéressantes, quelques-unes listées ci-dessous :

- Toutes les données d'entrée sont affichées sur une coupe de calcul interactive mise à jour en temps réel ;
- L'utilisateur peut choisir le type de projet ainsi que la palplanche à considérer dans le calcul ;
- Deux méthodes de calcul différentes sont proposées (Classique et Eurocode 7-1) ;
- Les conditions sismiques peuvent être considérées (méthodes de Monobe-Okabe et Lancellota) ;
- Les conditions hydrauliques peuvent être définies par le niveau de la nappe phréatique ou par des diagrammes personnalisés de pression interstitielle ;
- Les résultats peuvent être exportés vers Durability pour vérifier l'équilibre interne de la palplanche ;
- Plusieurs « scénarios » peuvent être calculés et comparés au sein d'un même projet ;
- Le catalogue ArcelorMittal contenant toutes les palplanches disponibles est intégré ;
- Des systèmes d'unités impériales et métriques sont disponibles ;
- De nombreux contrôles des données d'entrée sont intégrés dans le logiciel.

Il est important de noter que l'utilisateur doit lire et valider les clauses d'**exonération et de responsabilité** avant de lancer le logiciel. Prosheets peut être lancé en plusieurs langues, choisissez celle qui vous convient le mieux.

N'hésitez pas à contacter l'équipe d'ArcelorMittal par mail (sheetpiling@arcelormittal.com) pour de plus amples informations ou questions. N'oubliez pas de visiter le site d'ArcelorMittal (www.sheetpiling.arcelormittal.com) pour vérifier les dernières nouveautés.

2. Généralités

Prosheets propose une interface conviviale pour définir et vérifier plusieurs solutions de palplanches.

Le calcul peut être effectué en utilisant deux méthodes différentes :




- **Méthode Classique**
- **Méthode Eurocode 7-1**

Les chapitres suivants montrent les différentes options qui sont proposées pour chaque méthode de calcul.

2.1. Gestion des scénarios

Prosheets permet de mener plusieurs calculs de manière indépendante dans un même projet. Chaque calcul indépendant est appelé **Scénario**. L'idée est de pouvoir comparer plusieurs solutions pour une même section ou un même projet.

◀ Ecran autostable (Eurocode) ▶ +

-  Pour créer un nouveau scénario
-  Pour modifier le nom du scénario
-  Pour passer d'un scénario à un autre

Le menu Scénarios propose de :

- Supprimer le scénario actuel ;
- Copier le scénario actuel : créer un nouveau scénario avec les mêmes données d'entrée

Chaque scénario est organisé en plusieurs onglets :

- **Projet** : définition du type de projet, méthode de calcul, facteurs partiels et étape de calcul ;
- **Palplanches** : choix de la section de palplanches, du support en pied de palplanche et du support ;
- **Sol** : définition du sol à l'avant et à l'arrière ;
- **Hydraulique** : définition des conditions hydrauliques (niveau phréatique ou diagramme de pression interstitielle personnalisé) ;
- **Charges** : définition des différentes charges appliquées sur le sol ou directement sur la paroi de la palplanche ;
- **Sismique** : définition des conditions sismiques (disponible uniquement si le calcul sismique est demandé dans l'onglet Projet) ;
- **Résultats** : fournir les résultats intermédiaires et finaux pour chaque cas calculé (graphiques, tableaux et détails) ;
- **Synthèse des scénarios** : résumer tous les principaux résultats de chaque scénario.

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

2.2. Systèmes d'unités

L'utilisateur peut travailler soit en **unités métriques** (système SI), soit en **unités impériales**.

Il est possible de changer de système d'unités à l'aide du menu Unités.



2.3. Catalogue ArcelorMittal

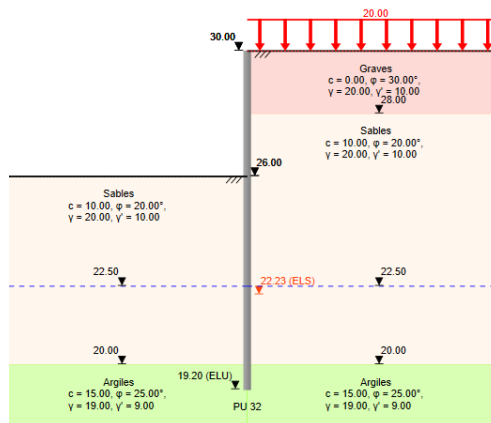
Prosheets propose la dernière version du catalogue ArcelorMittal, il inclut notamment les palplanches laminées à chaud de type Z et U sont traitées ainsi que les combinaisons HZM/AZ.

3. Dessin de la coupe de calcul

Toutes les données d'entrée sont affichées en permanence dans la partie gauche de la fenêtre Prosheet. L'utilisateur peut placer la souris sur chaque élément pour le surligner et visualiser tous les paramètres associés.

Le zoom et le déplacement sur le dessin sont disponibles en utilisant la molette de la souris et le clic gauche de la souris. Il est également possible de sauvegarder le dessin au format .png en faisant un clic droit sur le dessin :

- Enregistrer l'image en tant que.png : enregistre l'image de la coupe de calcul sans aucun zoom
- Enregistrer l'image zoomée en.png : enregistre l'image de la coupe de calcul avec le zoom actuel



Les données affichées sur le dessin peuvent être choisies dans les options de dessin de section, disponibles via le clic droit de la souris sur le dessin de section et en choisissant « Options ».

Options du dessin de coupe			
Options générales			
Agrandissement de la police	100.00 %	Espace entre les flèches	1.00
Ratio des charges sur le mur	40.00	Ratio des charges sur le sol	20.00
Ratio des charges hydrauliques	40.00		
Options d'affichage			
<input checked="" type="checkbox"/> Palplanche <input checked="" type="checkbox"/> Nom <input checked="" type="checkbox"/> Z haut <input checked="" type="checkbox"/> Z bas <input checked="" type="checkbox"/> A	<input checked="" type="checkbox"/> Ancre <input checked="" type="checkbox"/> Z mur principal <input checked="" type="checkbox"/> Z mur d'ancrage <input checked="" type="checkbox"/> alpha <input checked="" type="checkbox"/> L Libre <input checked="" type="checkbox"/> L Scellée <input checked="" type="checkbox"/> F Ed	<input checked="" type="checkbox"/> Niveau naturel du sol <input checked="" type="checkbox"/> Z0 <input checked="" type="checkbox"/> Z1 <input checked="" type="checkbox"/> beta <input checked="" type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> b <input checked="" type="checkbox"/> Delta a	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input checked="" type="checkbox"/> Nom <input checked="" type="checkbox"/> z <input checked="" type="checkbox"/> c <input checked="" type="checkbox"/> phi <input checked="" type="checkbox"/> gamma <input checked="" type="checkbox"/> gamma'
<input checked="" type="checkbox"/> Conditions hydrauliques <input checked="" type="checkbox"/> Zw <input checked="" type="checkbox"/> Zpression <input checked="" type="checkbox"/> Upression	<input checked="" type="checkbox"/> Caquot <input checked="" type="checkbox"/> Z <input checked="" type="checkbox"/> q	<input checked="" type="checkbox"/> Boussinesq <input checked="" type="checkbox"/> Z <input checked="" type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> L <input checked="" type="checkbox"/> q	<input checked="" type="checkbox"/> Charges linéaires <input checked="" type="checkbox"/> Z <input checked="" type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> alpha
<input checked="" type="checkbox"/> Charges distribuées <input checked="" type="checkbox"/> Z1 <input checked="" type="checkbox"/> Q1 <input checked="" type="checkbox"/> Z2 <input checked="" type="checkbox"/> Q2 <input checked="" type="checkbox"/> alpha	<input checked="" type="checkbox"/> Charges d'une vague <input checked="" type="checkbox"/> Zpression nulle à l'avant <input checked="" type="checkbox"/> p1 <input checked="" type="checkbox"/> Zp1 <input checked="" type="checkbox"/> p2 <input checked="" type="checkbox"/> Zp2 <input checked="" type="checkbox"/> p3 <input checked="" type="checkbox"/> Zp3	<input checked="" type="checkbox"/> Conditions sismiques <input checked="" type="checkbox"/> Ks <input checked="" type="checkbox"/> Kv <input checked="" type="checkbox"/> Méthode de calcul	

Les options générales disponibles sont :

- Agrandissement de la police : définit l'échelle du texte lisible sur le dessin en coupe
- Espace entre les flèches : définit la fréquence des flèches visibles sur les charges distribuées, les charges de vagues, les charges de Caquot et les charges de Boussinesq ;
- Ratio des charges sur le mur : définit le rapport utilisé pour convertir les forces des charges linéaires, charges réparties et des appuis sur la charge en mètres sur le dessin. *Exemple : pour une charge linéaire de $F = 500 \text{ kN/m}^2$ avec un rapport de charge sur le mur = 100, la charge linéaire sera dessinée comme $500/100 = 5$ mètres de longueur.*

- Ratio de charge sur le sol : définit le ratio utilisé pour convertir les forces des charges de Caquot et de Boussinesq en mètres sur le dessin. *Exemple : pour une charge de Caquot de $q = 500 \text{ kN/m}^2$ avec un rapport de charge sur le sol = 100, la charge de Caquot sera dessinée comme $500/100 = 5$ mètres de hauteur.*
- Rapport des charges hydrauliques : définit le rapport utilisé pour convertir les charges des vagues et la pression d'eau en mètres sur le dessin.

Les options d'affichage permettent à l'utilisateur de choisir ce qu'il veut représenter sur le dessin en coupe. Chaque élément affiché peut être désactivé pour permettre à l'utilisateur d'avoir différentes visualisations.

4. Onglet Projet

L'onglet Projet permet de définir les paramètres généraux du projet à examiner.

4.1. Description

Une description du projet peut être saisie pour être incluse dans l'impression.

4.2. Type de projet

Plusieurs types de projets sont disponibles :

- **Écran autostable** : aucun appui autre que le sol en butée est considéré.
- **Écran ancré** : l'écran est soutenu par un tirant d'ancrage.
- **Écran butonné** : l'écran est soutenu par un bouton.
- **Écran d'ancrage** : l'écran est soumis à la réaction d'ancrage.
- **Écran principal et écran d'ancrage** : l'équilibre du mur principal fournit une réaction d'ancrage qui est appliquée sur l'écran d'ancrage. La distance entre les murs doit être définie avant le calcul. Les sols et le reste des conditions peuvent être différents pour chaque écran.

4.3. Méthode de calcul

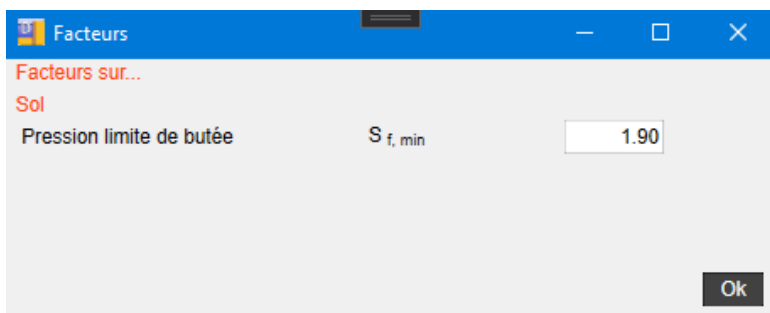
Deux méthodes de calcul sont disponibles :

- **Classique** : cette méthode vise à atteindre l'équilibre de l'écran sans pondérer les actions mais avec une sécurité globale minimale sur la pression passive du sol (facteur S_f). Aucun règlement ni norme locale est utilisé dans cette méthode.
- **Eurocode** : cette méthode consiste à appliquer des facteurs partiels sur les valeurs caractéristiques des actions et des résistances pour en déduire leurs valeurs de calcul avant d'atteindre l'équilibre du mur. Différentes approches sont proposées avec différents facteurs de sécurité partiels.

La partie B de ce manuel (manuel technique) fournit et détaille plus d'informations sur les méthodes de calcul.

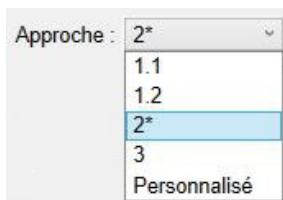
4.3.1. Facteur de sécurité globale de la méthode classique

En cliquant sur « Facteurs partiels », une fenêtre contextuelle s'ouvre et permet la définition du facteur de sécurité global minimal à considérer sur la pression de butée du sol ($S_{f,min}$).



4.3.2. Facteurs partiels de la méthode Eurocode

Différentes approches de calcul fournies par l'Eurocode peuvent être utilisées. L'option personnalisée permet de définir un nouvel ensemble de facteurs partiels.



Facteurs

Facteurs partiels sur :

☒ Différencier les parties stabilisatrices et déstabilisatrices du diagramme de poussée et des pressions d'eau

Sol

Pression limite de poussée (déstabilisatrice)	$\gamma_{pa,dst}$	1.35
Pression limite de poussée (stabilisatrice)	$\gamma_{pa,stb}$	1.00
Pression limite de butée	γ_{pb}	1.40

Eau

Pression d'eau déstabilisatrice	$\gamma_{pw,dst}$	1.35
Pression d'eau stabilisatrice	$\gamma_{pw,stb}$	1.00

Ecran

Poids du mur	γ_w	1.35
--------------	------------	------

Actions appliquées sur le sol

Permanent

Favorable	$\gamma_{actions, sol, G, stb}$	1.00
Défavorable	$\gamma_{actions, sol, G, dst}$	1.35

Variable

Favorable	$\gamma_{actions, sol, Q, stb}$	0.00
Défavorable	$\gamma_{actions, sol, Q, dst}$	1.50

Actions appliquées au mur

Permanent

Favorable	$\gamma_{actions, mur, G, stb}$	1.00
Défavorable	$\gamma_{actions, mur, G, dst}$	1.35

Variable

Favorable	$\gamma_{actions, mur, Q, stb}$	0.00
Défavorable	$\gamma_{actions, mur, Q, dst}$	1.50

Paramètres de sol

Angle de frottement drainé	$\gamma_{\phi'}$	1.00
Cohésion drainée	$\gamma_{c'}$	1.00
Angle de frottement non drainé	$\gamma_{\phi,u}$	1.00
Cohésion non drainée	$\gamma_{c,u}$	1.00

Ok

Différents facteurs sont énumérés et définis ci-dessous :

- $\gamma_{pa,dst}$ facteur partiel appliqué sur la pression limite de poussée du sol (déstabilisatrice)
- $\gamma_{pa,stb}$ facteur partiel appliqué sur la pression limite de poussée du sol (stabilisatrice)
- γ_{pb} facteur partiel appliqué sur la pression limite de butée du sol
- $\gamma_{pw,dst}$ facteur partiel appliqué sur la pression d'eau (déstabilisatrice)
- $\gamma_{pw,stb}$ facteur partiel appliqué sur la pression d'eau (stabilisatrice)
- γ_w facteur partiel appliqué sur le poids du mur
- $\gamma_{actions, sol, G, stb}$ facteur partiel appliqué sur les charges permanentes appliquées sur le sol (stabilisatrices)
- $\gamma_{actions, sol, G, dst}$ facteur partiel appliqué sur les charges permanentes appliquées sur le sol (déstabilisatrices)
- $\gamma_{actions, sol, Q, stb}$ facteur partiel appliqué sur les charges variables appliquées sur le sol (stabilisatrices)
- $\gamma_{actions, sol, Q, dst}$ facteur partiel appliqué sur les charges variables appliquées sur le sol (déstabilisatrices)
- $\gamma_{actions, mur, G, stb}$ facteur partiel appliqué sur les charges permanentes appliquées sur le mur (stabilisatrices)
- $\gamma_{actions, mur, G, dst}$ facteur partiel appliqué sur les charges permanentes appliquées sur le mur (déstabilisatrices)
- $\gamma_{actions, mur, Q, stb}$ facteur partiel appliqué sur les charges variables appliquées sur le mur (stabilisatrices)
- $\gamma_{actions, mur, Q, dst}$ facteur partiel appliqué sur les charges variables appliquées sur le mur (déstabilisatrices)
- γ_{ϕ} facteur partiel appliqué sur la cohésion drainée
- γ_c facteur partiel appliqué sur l'angle de frottement drainé
- $\gamma_{\phi,u}$ facteur partiel appliqué sur la cohésion non drainée
- $\gamma_{c,u}$ facteur partiel appliqué sur l'angle de frottement non drainé
- γ_{anc} facteur partiel appliqué sur la réaction de l'ancrage
- γ_{krz} facteur partiel appliqué sur la réaction déstabilisatrice de l'ancrage

La case à cocher en tête de fenêtre permet de différencier le caractère favorable/défavorable de la pression limite de poussée du sol et de la pression d'eau autour du niveau d'appui du tirant ou du bouton (option uniquement disponible pour les écrans appuyés).

4.3.3. Options

La coupe de calcul peut être définie par des niveaux ou par des profondeurs.

Le pas de calcul peut être défini par l'utilisateur, ce qui signifie que les résultats seront fournis à chaque pas de calcul sans aucun impact sur le niveau inférieur de la palplanche calculée par Prosheets.

Le calcul sismique peut être demandé dans cet onglet.

5. Onglet Palplanches

La section de palplanches est à définir dans cet onglet ainsi que sa géométrie et sa fixation en pied. Si le type de projet est un mur principal et un mur d'ancrage, toutes les données d'entrée doivent être définies pour chaque mur.

Projet	Palplanche	Sol	Hydraulique	Charges	Sismique	Résultats	Synthèse des scénarios
Mur principal							
Palplanche							
Type	Tous	Solution	12				
Nom	AZ 18-800	Section HZM	HZ 680M LT				
Trier par	Catalogue	L HZM/AZ	100.00 %				
		Trier par	Catalogue				
Géométrie							
Z haut	0.00 m						
λ	0.00 °						
Fixation en pied d'écran							
<input checked="" type="radio"/> Libre en pied <input type="radio"/> Appuyé en pied							
Buton							
Z	0.00 m						
α	0.00 °						

5.1. Section de palplanches

Cette section permet de choisir la palplanche à partir du catalogue d'ArcelorMittal. Toutes les piles Z et U sont disponibles. Pour choisir une combinaison HZM/AZ, il faut choisir le type « HZM/AZ ». Ensuite, il faut définir le type de solution, la palplanche HZM et le rapport de longueur des palplanches AZ en %.

Palplanche							
Type	HZM/AZ	Solution	12				
Nom	AZ 18-800	Section HZM	HZ 680M LT				
Trier par	Catalogue	L HZM/AZ	100.00 %				
		Trier par	Catalogue				

5.2. Section géométrie

Cette section permet de définir le sommet Z de la palplanche et son angle par rapport à la verticale (λ).

5.3. Section sur les facteurs de réduction

Cette section n'apparaît que si une section de palplanche de type U est sélectionnée. Il permet de définir le facteur de réduction β_D à appliquer sur son produit d'inertie (EI).

5.4. Type de fixation en pied

Selon le type de projet et la méthode de calcul, une ou deux conditions en pied sont disponibles (libre ou appuyé).

- **Méthode classique**
 - **Mur autostable** : la condition en pied n'est pas à définir et elle est considérée par défaut comme appuyée, ce qui permet le développement d'une contre-butée en pied d'écran.
 - **Autre type de projet** : les deux conditions en pied sont disponibles.
- **Méthode Eurocode**
 - **Mur autostable** : la condition en pied n'est pas à définir et elle est considérée par défaut comme appuyée, ce qui permet le développement d'une contre-butée en pied d'écran
 - **Mur ancré ou butonné** : seulement une condition libre en pied est disponible
 - **Mur d'ancrage** : les deux conditions en pied sont disponibles
 - **Mur principal et mur d'ancrage**
 - **Mur principal** : seulement une condition libre en pied est disponible
 - **Mur d'ancrage** : les deux conditions en pied sont disponibles

5.5. Section Ancrage

Cette section n'est accessible que si le type de projet n'est pas un mur autostable. Il permet de définir la géométrie de l'ancrage ou du bouton à considérer dans le projet.

5.5.1. Mur ancré

Données d'entrée pour définir l'ancrage :

- **Z** : niveau d'ancrage au droit duquel il est fixé au mur
- **α** : angle de l'ancrage par rapport à l'horizontale
- **L_{libre}** : longueur libre de l'ancrage
- **L_{scellée}** : longueur scellée de l'ancrage

Tirant d'ancrage	
Z	<input type="text" value="0.00"/> m
α	<input type="text" value="30.00"/> °
L Libre	<input type="text" value="5.00"/> m
L Scellée	<input type="text" value="10.00"/> m

5.5.2. Mur butonné

Données d'entrée pour définir le bouton :

- **Z** : niveau du bouton au droit duquel il est fixé au mur
- **α** : angle du bouton par rapport à l'horizontale

Bouton	
Z	<input type="text" value="-2.00"/> m
α	<input type="text" value="0.00"/> °

5.5.3. Mur d'ancrage

Données d'entrée pour définir l'ancrage :

- **Z_{anchor}** niveau d'ancrage au droit duquel il est fixé au mur
- **α** angle de l'ancrage par rapport à l'horizontale
- **F_{Ed}** réaction d'ancrage appliquée sur le mur d'ancrage

Ancrage de liaison

Z mur d'ancrage	-2.00	m
α	0.00	°
F	150.00	kN/m

5.5.4. Mur principal et mur d'ancrage

Données d'entrée de l'ancrage entre les deux murs :

- **Z_{mur principal}** niveau d'ancrage au droit duquel il est fixé au principal
- **Z_{mur d'ancrage}** niveau d'ancrage au droit duquel il est fixé au mur d'ancrage
- **L** longueur d'ancrage, elle est calculée en fonction de la distance entre les deux murs
- **α** angle de l'ancrage, il est calculé sur la base de la distance entre les deux murs

Ancrage de liaison

Z mur principal	0.00	m
Z mur d'ancrage	-3.00	m
L	10.44	m
α	16.70	°

6. Onglet Sol

L'onglet Sol définit les sols à l'avant et à l'arrière du mur. Le niveau naturel du sol est également défini ici pour les deux côtés.

Projet Palplanche **Sol** Hydraulique Charges Sismique Résultats Synthèse des scénarios

Mur principal

Niveau naturel du sol

Avant

☒ Horizontal Z₀ 26.00 m

☐ Incliné Δa 0.00 m

☐ Risberme

Arrière

☒ Horizontal Z₀ 30.00 m

☐ Incliné

☐ Talus

Couches de sol

☒ Automatique (tables Kerisel-Absi)

☐ Personnalisé

Avant

	Z haut [m]	Nom	Couleur	Y [kN/m²]	Y' [kN/m²]	Ck [kN/m²]	Cd [kN/m²]	φ_k [°]	φ_d [°]	$\delta p / \varphi$	$k_{py, k}$	$k_{pc, k}$	$\delta a / \varphi$	$k_{ay, k}$	$k_{ac, k}$	Drainé
+	30.00	Graves		20.00	10.00	0.00	0.00	30.00	30.00	-0.500	4.443	5.694	0.000	0.333	1.155	<input checked="" type="checkbox"/>
x	28.00	Sables		20.00	10.00	10.00	10.00	20.00	20.00	-0.500	2.511	4.058	0.000	0.490	1.400	<input checked="" type="checkbox"/>
x	20.00	Argiles		19.00	9.00	15.00	15.00	25.00	25.00	-0.500	3.319	4.764	0.000	0.406	1.274	<input checked="" type="checkbox"/>

Arrière

	Z haut [m]	Nom	Couleur	Y [kN/m²]	Y' [kN/m²]	Ck [kN/m²]	Cd [kN/m²]	φ_k [°]	φ_d [°]	$\delta a / \varphi$	$k_{ay, k}$	$k_{ac, k}$	$k_{ay, min}$	$\delta p / \varphi$	$k_{py, k}$	$k_{pc, k}$	Drainé
+	30.00	Graves		20.00	10.00	0.00	0.00	30.00	30.00	0.660	0.283	1.237	0.000	0.000	3.000	3.464	<input checked="" type="checkbox"/>
x	28.00	Sables		20.00	10.00	10.00	10.00	20.00	20.00	0.660	0.431	1.553	0.000	0.000	2.050	2.856	<input checked="" type="checkbox"/>
x	20.00	Argiles		19.00	9.00	15.00	15.00	25.00	25.00	0.660	0.349	1.387	0.000	0.100	2.289	2.773	<input checked="" type="checkbox"/>

Base de données des sols

6.1. Niveau naturel du sol

Cette section sert à indiquer la géométrie du terrain naturel :

- **Horizontal**

- **Z₀** niveau d'excavation en contact avec le mur
- **Δa** sur-excavation, accessible uniquement à l'Eurocode et sur le côté (excavation)

Niveau naturel du sol

Avant

☒ Horizontal Z₀ 26.00 m

☐ Incliné

☐ Risberme Δa 0.00 m

- **Incliné**

- **Z₀** niveau d'excavation en contact avec le mur
- **β** inclinaison du sol par rapport à l'horizontale
- **Δa** sur-excavation, accessible uniquement à l'Eurocode et sur le côté gauche (excavation)

Niveau naturel du sol

Avant

☐ Horizontal Z₀ 26.00 m

☒ Incliné β 15.00 °

☐ Risberme Δa 0.30 m

- **Risberme** : option uniquement disponible sur le sol à gauche (excavation)

- **Z₀** niveau d'excavation supérieur en contact avec le mur
- **Z₁** niveau d'excavation du fond de fouille
- **a** largeur de la risberme au niveau Z₀
- **b** largeur de la risberme au niveau Z₁
- **Δa** sur-excavation, accessible uniquement à l'Eurocode et sur le côté gauche (excavation)

Niveau naturel du sol

Avant

☐ Horizontal Z₀ 26.00 m a 2.00 m

☐ Incliné Z₁ 20.00 m b 5.00 m

☒ Risberme Δa 0.30 m

- **Talus** : uniquement disponible pour le sol à l'arrière du mur (côté terre)

- **Z₀** niveau d'excavation inférieur en contact avec le mur
- **Z₁** niveau d'excavation supérieur
- **a** largeur du remblai au niveau Z₀
- **b** largeur du remblai au niveau Z₁

Arrière

☐ Horizontal Z₀ 30.00 m a 2.00 m



☐ Incliné Z₁ 32.00 m b 5.00 m

☒ Talus

6.2. Onglet des couches de sol

Cet onglet sert à définir les différentes couches de sol à l'aval et à l'amont de l'écran.

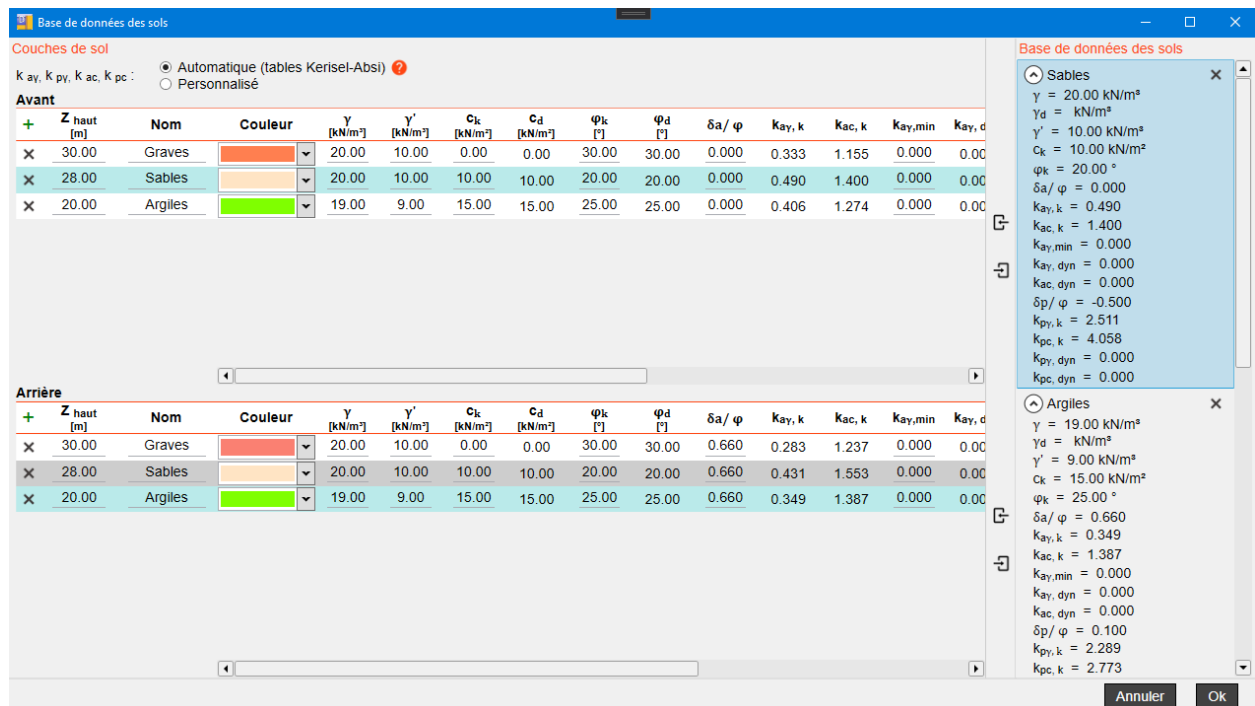
Il est possible d'utiliser les tables Kerisel-Absi pour remplir automatiquement les coefficients de poussée et butée de terres. Autrement, il est nécessaire de saisir toutes les caractéristiques manuellement avec l'option « Personnalisée ».

Tous les sols définis à l'aval peuvent être copiés à l'arrière en cliquant sur le bouton  situé au-dessus de la liste des couches de sol arrière. Si le type de projet est un mur principal et un mur d'ancrage, les sols du mur principal peuvent être copiés dans les sols du mur d'ancrage en cliquant sur le bouton  sur la partie du mur d'ancrage, en haut à droite de cette section.

6.2.1. Base de données sur les sols

La fenêtre de la base de données des sols est disponible en cliquant sur le bouton « Base de données des sols ».

Les sols définis dans la base de données se trouvent sur la partie droite de la fenêtre et les sols définis dans le projet sur le côté gauche. Il est possible d'importer des couches de sol à l'aval ou à l'arrière et d'exporter un sol sélectionné à l'aval ou à l'arrière dans la base de données.






Base de données des sols




Couches de sol

K_{ay}, K_{py}, K_{ac}, K_{pc} : ☒ Automatique (tables Kerisel-Absi) ☐ Personnalisée

Avant

+	Z haut [m]	Nom	Couleur	Y [kN/m³]	Y' [kN/m³]	C _k [kN/m²]	C _d [kN/m²]	φ _k [°]	φ _d [°]	δ _a /φ	K _{ay} , k	K _{ac} , k	K _{ay} , min	K _{ay} , d
X	30.00	Graves		20.00	10.00	0.00	0.00	30.00	30.00	0.000	0.333	1.155	0.000	0.00
X	28.00	Sables		20.00	10.00	10.00	10.00	20.00	20.00	0.000	0.490	1.400	0.000	0.00
X	20.00	Argiles		19.00	9.00	15.00	15.00	25.00	25.00	0.000	0.406	1.274	0.000	0.00

Arrière

+	Z haut [m]	Nom	Couleur	Y [kN/m³]	Y' [kN/m³]	C _k [kN/m²]	C _d [kN/m²]	φ _k [°]	φ _d [°]	δ _a /φ	K _{ay} , k	K _{ac} , k	K _{ay} , min	K _{ay} , d
X	30.00	Graves		20.00	10.00	0.00	0.00	30.00	30.00	0.660	0.283	1.237	0.000	0.00
X	28.00	Sables		20.00	10.00	10.00	10.00	20.00	20.00	0.660	0.431	1.553	0.000	0.00
X	20.00	Argiles		19.00	9.00	15.00	15.00	25.00	25.00	0.660	0.349	1.387	0.000	0.00

Base de données des sols

Sables

- Y = 20.00 kN/m³
- Y_d = kN/m³
- Y' = 10.00 kN/m³
- C_k = 10.00 kN/m²
- φ_k = 20.00 °
- δ_a/φ = 0.000
- K_{ay}, k = 0.490
- K_{ac}, k = 1.400
- K_{ay}, min = 0.000
- K_{ay}, dyn = 0.000
- K_{ac}, dyn = 0.000
- δ_p/φ = -0.500
- K_{py}, k = 2.511
- K_{pc}, k = 4.058
- K_{py}, dyn = 0.000
- K_{pc}, dyn = 0.000

Argiles

- Y = 19.00 kN/m³
- Y_d = kN/m³
- Y' = 9.00 kN/m³
- C_k = 15.00 kN/m²
- φ_k = 25.00 °
- δ_a/φ = 0.660
- K_{ay}, k = 0.349
- K_{ac}, k = 1.387
- K_{ay}, min = 0.000
- K_{ay}, dyn = 0.000
- K_{ac}, dyn = 0.000
- δ_p/φ = 0.100
- K_{py}, k = 2.289
- K_{pc}, k = 2.773

Annuler Ok

7. Onglet Hydraulique

L'onglet hydraulique est utilisé pour définir les conditions hydrauliques autour de l'écran. Les conditions peuvent être définies séparément à l'aval et à l'arrière de la palplanche.

- **Niveau phréatique** : le niveau de la nappe phréatique doit être défini dans ce cas.
- **Diagramme personnalisé de pressions interstitielles** : différentes pressions à différents niveaux peuvent être définies.

Mur principal

Conditions hydrauliques

Avant

☐ Niveau phréatique

☒ Diagramme personnalisé de pressions interstitielles

Z [m]	u [kN/m²]	
26.00	0.00	x
24.00	20.00	x
21.00	60.00	x
18.00	110.00	x
15.00	130.00	x

Arrière

☒ Niveau phréatique Z_w 22.50 m

☐ Diagramme personnalisé de pressions interstitielles

8. Onglet Charges

L'onglet Charges permet de définir toutes les charges appliquées soit sur le sol, soit sur le mur.

Les charges d'une vague peuvent être générées à l'aide d'un assistant dédié.

8.1. Charges sur la partie sol

Cette section définit les charges Caquot et Boussinesq à l'avant et à l'arrière de la palplanche.

- **Charges de Caquot :**
 - **Côté** gauche ou droite
 - **Z** niveau de la charge de Caquot
 - **q** pression de la charge de Caquot appliquée sur le sol
 - **Type** permanente ou variable
 - **Nature** favorable (stabilisante) ou défavorable (déstabilisante)
- **Boussinesq :**
 - **Côté** gauche ou droite
 - **Z** niveau de la charge Boussinesq
 - **a** distance de la charge par rapport à la palplanche
 - **L** longueur de la charge Boussinesq
 - **q** pression de la charge de Boussinesq appliquée au sol
 - **Type** permanente ou variable
 - **Nature** favorable (stabilisante) ou défavorable (déstabilisante)

Mur principal

Charges sur le sol

Caquot

	Côté	q [kN/m²]	Type	Nature
	Avant	0.00	Permanent	Favorable
	Arrière	20.00	Variable	Défavorable

Boussinesq

N°	Côté	z [m]	a [m]	L [m]	q [kN/m²]	α_e	Type	Nature	
1	Avant	26.00	5.00	10.00	30.00	1.17	Permanent	Favorable	x
2	Arrière	25.00	2.00	5.00	25.00	1.33	Variable	Défavorable	x

8.2. Charges sur l'écran

Cette section définit les charges linéaires et réparties à l'avant et à l'arrière de la palplanche.

Charges linéaires :

- **z** niveau de charge
- **F** valeur de charge linéaire appliquée sur l'écran
- **α** angle de la charge linéaire par rapport à l'horizontale
- **Type** permanent ou transitoire
- **Nature** favorable (stabilisante) ou défavorable (déstabilisante)

Charges sur l'écran

Charges linéaires ?

z [m]	F [kN/m]	α [°]	Type	Nature	
5.00	150.00	15.00	Variable	Défavorable	X

Charges réparties :

- **z1** niveau supérieur de la charge répartie
- **q1** pression au niveau supérieur (z1)
- **z2** niveau inférieur de la charge répartie
- **q2** pression au niveau supérieur (z2)
- **α** l'angle de la charge linéaire par rapport à l'horizontale
- **Type** permanent ou transitoire
- **Nature** favorable (stabilisante) ou défavorable (déstabilisante)

Charges distribuées ?

z1 [m]	q1 [kN/m²]	z2 [m]	q2 [kN/m²]	α [°]	Type	Nature	
28.00	100.00	23.00	150.00	20.00	Permanent	Défavorable	X

8.3. Section sur les charges d'une vague

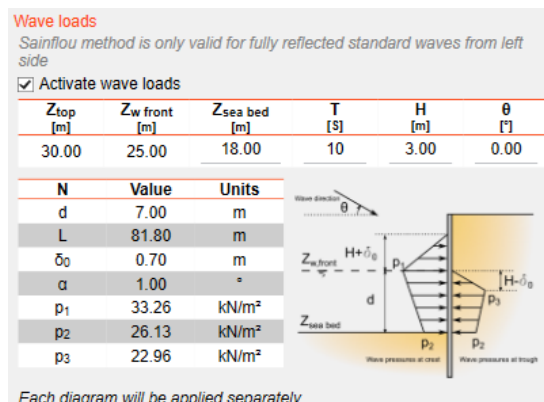
Les charges d'onde sont générées selon la méthode Sainflou (valable uniquement pour les vagues standard entièrement réfléchies du côté gauche). Deux diagrammes sont générés et appliqués séparément uniquement sur le mur principal :

- Pressions des vagues entrantes (vers l'écran)
- Pression des vagues sortantes (vers la mer)

Paramètres d'entrée requis :

- **Z_{fond marin}** niveau du fond marin
- **T** période entre les vagues (secondes)
- **H** hauteur de la vague
- **Θ** inclinaison de la vague par rapport à l'horizontale

Veuillez-vous référer à la partie B de ce manuel (manuel technique) pour plus d'informations sur cette méthode et tous les paramètres de calcul.



9. Onglet Sismique

L'onglet Sismique n'est disponible que si le calcul sismique a été demandé dans l'onglet Projet.

Deux méthodes de calcul sont proposées pour tenir compte des conditions sismiques :

- **Mononobe-Okabe**
- **Lancellota**

Les coefficients sismiques doivent être définis :

- **k_h** coefficient horizontal
- **k_v** coefficient vertical

Il est possible de prendre en compte la force d'inertie du mur dans l'équilibre.

Méthode de calcul
☒ Mononobe-Okabe ☐ Lancellota

Coefficients sismiques
 k_h
 k_v

Toutes les combinaisons vont être calculées

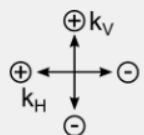
Combinaison	θ (rad)
Gauche bas	0.6132
Gauche haut	0.5224
Droite bas	-0.5880
Droite haut	-0.4993

☒ Prendre en compte la force d'inertie du mur à l'équilibre

Effets hydrodynamiques (Westergaard) ?
☒ Avant : côté eau
☒ Arrière : côté sol (pour les sols perméables uniquement)

Avant		Comportement	$h_{ref,haut}$ [m]	$h_{ref,bas}$ [m]
Graves	Ouvert		28.00	20.00
Sables	Ouvert		26.00	20.00
Argiles	Fermé		-	-

Arrière		Comportement	$h_{ref,haut}$ [m]	$h_{ref,bas}$ [m]
Graves	Ouvert		28.00	20.00
Sables	Ouvert		26.00	20.00
Argiles	Fermé		-	-



9.1. Effets hydrodynamiques (Westergaard)

Les effets hydrodynamiques peuvent être pris en compte en utilisant le modèle Westergaard séparément des deux côtés de la palplanche. Ils ne sont appliqués que sur le mur principal.

Les différents sols définis dans l'onglet Sols sont récupérés ici avec des paramètres d'entrée supplémentaires en fonction du comportement. Si la couche de sol a été définie comme "Ouverte", il faut définir :

- **$h_{ref\ haut}$** niveau supérieur des couches « ouvertes » concomitantes
- **$h_{ref\ bas}$** niveau inférieur de couches « ouvertes » concomitantes

10. Onglet Résultats

L'onglet Résultats est divisé en 3 sections :

- Graphique
- Tables
- Détails

Le cas de calcul à afficher peut être choisi à partir des listes déroulantes présentes dans la partie supérieure de l'écran.

Si la méthode Eurocode a été choisie, les résultats ELU (état limite ultime) et ELS (état limite de service) sont disponibles.

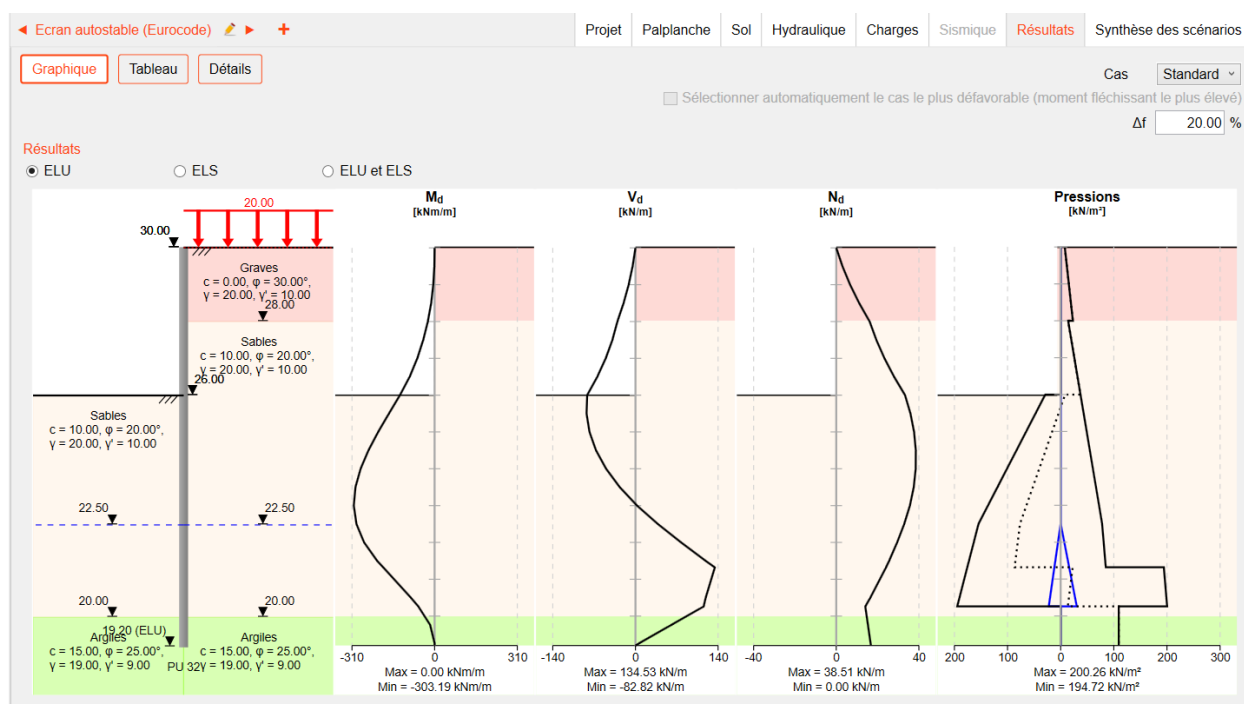
Si le type de projet est un mur principal et un mur d'ancrage, les résultats sont fournis pour chaque mur.

Tous les cas possibles sont :

- | | |
|--|--|
| • Standard | |
| • Sismique vers le haut et à gauche | disponible si le calcul sismique a été demandé |
| • Sismique vers le haut et à droite | disponible si le calcul sismique a été demandé |
| • Sismique vers le bas et à gauche | disponible si le calcul sismique a été demandé |
| • Sismique vers bas et à droite | disponible si le calcul sismique a été demandé |
| • Vagues entrantes | disponible si les charges d'une vague ont été activées |
| • Vagues sortantes | disponible si les charges d'une vague ont été activées |

10.1. Section graphique

Les principaux résultats numériques sont affichés sur chaque diagramme.



10.2. Section Tables

Tous les principaux résultats numériques sont affichés sous forme de table.

◀ Ecran autostable (Eurocode) ▶ +

Projet Palplanche Sol Hydraulique Charges Sismique **Résultats** Synthèse des scénarios

Graphique **Tableau** Détails

Cas Standard ▼

☐ Sélectionner automatiquement le cas le plus défavorable (moment fléchissant le plus élevé)

Δf 20.00 %

Résultats

● ELU ○ ELS

z [m]	M _d [kNm/m]	V _d [kN/m]	N _d [kN/m]	Pression différentielle [kN/m²]	Pression limite de butée Gauche [kN/m²]	Pression limite de poussée Droite [kN/m²]	Pression de l'eau Gauche [kN/m²]	Pression de l'eau Droite [kN/m²]
30.00	0	0	0	7.6	0	7.64	0	0
29.50	-1	-5	3	11.5	0	11.46	0	0
29.00	-5	-11	7	15.3	0	15.28	0	0
28.50	-13	-20	11	19.1	0	19.10	0	0
28.00	-25	-31	16	22.9	0	22.92	0	0
28.00	-25	-31	16	13.9	0	13.95	0	0
27.50	-43	-39	19	19.8	0	19.76	0	0
27.00	-65	-50	23	25.6	0	25.58	0	0
26.50	-94	-65	28	31.4	0	31.40	0	0
26.00	-130	-82	33	37.2	0	37.22	0	0
26.00	-130	-82	33	8.2	28.99	37.22	0	0
25.50	-171	-83	36	-3.9	46.92	43.04	0	0
25.00	-212	-78	38	-16.0	64.86	48.86	0	0
24.50	-248	-67	39	-28.1	82.79	54.68	0	0
24.00	-278	-50	38	-40.2	100.73	60.49	0	0
23.50	-297	-27	38	-52.4	118.66	66.31	0	0
23.00	-303	3	36	-64.5	136.60	72.13	0	0
22.50	-293	38	33	-76.6	154.54	77.95	0	0
22.00	-265	77	29	-80.9	163.50	80.86	5.00	6.75
21.50	-216	119	26	-85.2	172.47	83.77	10.00	13.50
21.32	-193	135	24	-86.8	175.76	84.83	11.83	15.97
21.32	-193	135	24	22.5	175.76	194.10	11.83	15.97
20.50	-89	119	17	15.5	190.41	198.86	20.00	27.00
20.50	-89	119	17	15.5	190.41	198.86	20.00	27.00
20.26	-61	116	14	13.4	194.72	200.26	22.41	30.25

10.3. Section Détails

Les résultats intermédiaires et finaux ainsi que certains contrôles sont détaillés dans cette section. Les images d'aide permettent de comprendre la signification des paramètres.

◀ Ecran autostable (Eurocode) ▶ +

Projet Palplanche Sol Hydraulique Charges Sismique **Résultats** Synthèse des scénarios

Graphique **Tableau** Détails

Cas Standard ▼

☐ Sélectionner automatiquement le cas le plus défavorable (moment fléchissant le plus élevé)

Δf 20.00 %

Résultats

● ELU ○ ELS

Equilibre global - Méthode F

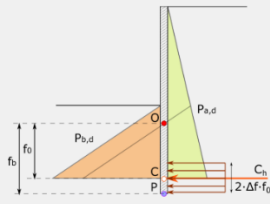
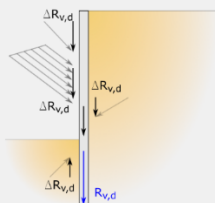
Z ₀	25.55 m	Niveau de pression différentielle nulle
Z _C	20.26 m	Point de moment nul
Z _P	19.20 m	Niveau de la fiche de la palplanche
f ₀	5.29 m	Longueur de fiche nécessaire à l'équilibre de moments
f _b	6.35 m	Longueur de fiche disponible
f _b / f ₀	1.20	Rapport des longueurs de fiches
Verif	✓	f _b / f ₀ ≥ 1.20

Vérification de la contre-butée

C _{h,d}	231.1 kN/m	Contre-butée nécessaire à équilibrer des efforts horizontaux
C _{m,d}	265.3 kN/m	Contre-butée mobilisable
α	0.871	Facteur de mobilisation de la contre-butée
Verif	✓	C _{h,d} ≤ C _{m,d}

Equilibre vertical

R _{vd} Gauche	-125.6 kN/m	Composante verticale cumulée du chargement du côté gauche
R _{vd} Droite	114.7 kN/m	Composante verticale cumulée du chargement du côté droite
R _{vd} Chd	0.0 kN/m	Composante verticale de la contre-butée mobilisée
R _{vd} Poids propre	27.7 kN/m	Poids propre de l'écran
R _{vd} externe	0.0 kN/m	Effort vertical cumulé provenant du chargement extérieur appliqué sur la palplanche
R _{vd}	16.8 kN/m	Résultante verticale sur le niveau le plus bas
Verif	ⓘ	R _{vd} ≥ 0

11. Onglet Synthèse des scénarios

Cet onglet résume toutes les informations principales pour chaque scénario ainsi que les vérifications des résultats.

◀ Ecran autostable (Eurocode) ▶ +				Projet	Palplanche	Sol	Hydraulique	Charges	Sismique	Résultats	Synthèse des scénarios
Synthèse des scénarios											
Description	Type de projet	Palplanche	Méthode de calcul	Type de calcul	L _{palp.} , min [m]	Masse [t/m]	F _{ancrage} , max [kN/m]	M _{max} [kNm/m]	V _{max} [kN/m]	Verifs	
										Vert. Eq.	Kranz
Ecran autostable (Eurocode)	Ecran autostable	PU 32	Eurocode	Statique	10.80	2.05	0.0	303	135	✓	-
Cantilever wall (Classical)	Ecran autostable	PU 32	Classique	Statique	9.80	1.85	0.0	226	175	✓	-

12. Caractéristiques ergonomiques

12.1. Export vers Excel

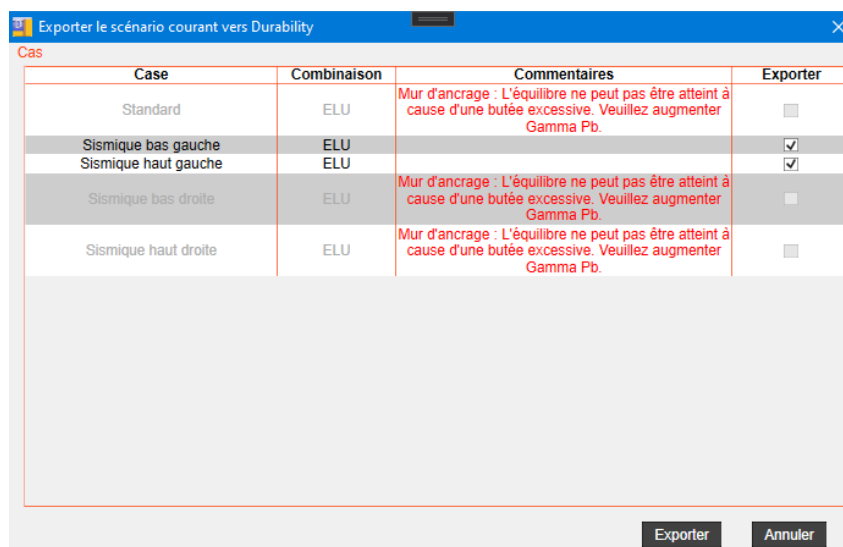
Le scénario actuel peut être exporté vers Excel en cliquant sur *Fichier/Exporter le scénario actuel vers Excel*.

Il exportera les résultats, avec une feuille Excel pour chaque cas qui a été calculé.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Niveau	Déplacement	Moment	Eff. Tranch.	Charge Rep.	Press. sol 1	Press. sol 2						
2	m	mm	kNm/m	kN/m	kN/m²	kN/m²	kN/m²						
3	0	1099	0	0	0	0	0						
4	-0.2	1055	0	0	0	0	1.8						
5	-0.4	1011	0	-1	0	0	3.6						
6	-0.6	967	0	-2	0	0	5.39						
7	-0.8	923	-1	-3	0	0	7.19						
8	-1	880	-1	-4	0	0	8.99						
9	-1.2	836	-3	-6	0	0	10.79						
10	-1.4	792	-4	-9	0	0	12.59						
11	-1.6	748	-6	-12	0	0	14.39						
12	-1.8	704	-9	-15	0	0	16.18						
13	-2	660	-12	-18	0	0	17.98						
14	-2.2	616	-16	-22	0	0	19.78						
15	-2.4	573	-21	-26	0	0	21.58						
16	-2.6	529	-26	-30	0	0	23.38						
17	-2.8	485	-33	-35	0	0	25.17						
18	-3	441	-40	-40	0	0	26.97						
19	-3.2	397	-49	-46	0	0	28.77						
20	-3.4	353	-59	-52	0	0	30.57						
21	-3.6	309	-70	-58	0	0	32.37						
22	-3.8	265	-82	-65	0	0	34.17						
23	-4	221	-96	-72	0	0	35.96						
24	-4.2	177	-111	-79	0	0	37.76						
25	-4.4	133	-128	-87	0	0	39.56						
26	-4.6	89	-146	-95	0	0	41.36						
27	-4.8	44	-166	-104	0	0	43.16						
28	-5	0	-187	-112	0	0	44.96						
29	-5	0	-187	704	0	0	44.96						
30	-5.2	-44	-47	695	0	0	46.75						
31	-5.4	-89	91	685	0	0	48.55						
32	-5.6	-133	227	675	0	0	50.35						
33	-5.8	-178	361	665	0	0	52.15						
34	-6	-222	493	655	0	0	53.95						
35	-6.2	-266	623	644	0	0	55.74						
36	-6.4	-309	750	632	0	0	57.54						
	◀ ▶	Uls Head Std	Sls Head Std	Uls Head Seism left down	Sls Head Seism left down	Uls Anchor Seism left down	...						

12.2. Export vers Durability

Le scénario actuel peut être exporté vers Durability.



Case	Combinaison	Commentaires	Exporter
Standard	ELU	Mur d'ancrage : L'équilibre ne peut pas être atteint à cause d'une butée excessive. Veuillez augmenter Gamma Pb.	<input type="checkbox"/>
Sismique bas gauche	ELU		<input checked="" type="checkbox"/>
Sismique haut gauche	ELU		<input checked="" type="checkbox"/>
Sismique bas droite	ELU	Mur d'ancrage : L'équilibre ne peut pas être atteint à cause d'une butée excessive. Veuillez augmenter Gamma Pb.	<input type="checkbox"/>
Sismique haut droite	ELU	Mur d'ancrage : L'équilibre ne peut pas être atteint à cause d'une butée excessive. Veuillez augmenter Gamma Pb.	<input type="checkbox"/>

Capture d'écran de l'assistant d'export vers Durability

Il exportera les résultats, avec un scénario pour chaque cas pouvant être calculé. Seuls les cas à l'ELU seront exportés.

Selon le type de projet, les données seront exportées sur le mur principal, le mur d'ancrage ou les deux.

Les données exportées sont :

- La palplanche
- La palplanche z_{top}
- Le facteur de réduction β_D
- L'ancrage (le cas échéant)
- Le $z_{w,aval}$ et le $z_{w,amont}$ (si la condition hydraulique est définie comme niveau phréatique)
- La liste des efforts internes calculées (z , M , V , N et e)

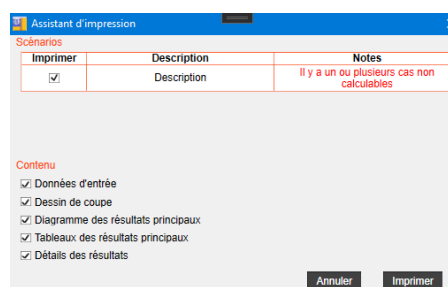
12.3. Imprimer les scénarios

Les scénarios choisis peuvent être facilement imprimés pour générer un rapport avec toutes les données d'entrée et tous les résultats calculés.

On peut choisir quels éléments doivent être imprimés pour tous les scénarios sélectionnés, en particulier :

- Données d'entrée
- Calcul/vérification de la fiche
- Diagrammes des principaux résultats
- Tableaux des principaux résultats
- Détails des résultats

L'assistant d'impression est accessible depuis le menu Fichier :



Imprimer	Description	Notes
<input checked="" type="checkbox"/>	Description	Il y a un ou plusieurs cas non calculables

Contenu

- ☒ Données d'entrée
- ☒ Dessin de coupe
- ☒ Diagramme des résultats principaux
- ☒ Tableaux des résultats principaux
- ☒ Détails des résultats