



<b>B.1. Introduction</b>	<b>8</b>
B.1.1. Présentation de K-Réa	8
B.1.2. Conventions	9
B.1.2.1. Unités	9
B.1.2.2. Projets double-écran	10
B.1.2.3. Conventions de signes	10
B.1.2.4. Conventions relatives aux actions du phasage	10
B.1.3. Extension des fichiers de données K-Réa v4	11
<b>B.2. Présentation générale de l'interface</b>	<b>12</b>
B.2.1. Fenêtre de lancement	12
B.2.2. Fenêtre principale	13
B.2.3. Les menus	14
B.2.3.1. Menu Fichier	14
B.2.3.2. Menu Données	15
B.2.3.3. Menu Assistants	15
B.2.3.4. Menus Calculer/Résultats/Vérifications	16
B.2.3.5. Menu Aide	17
B.2.3.6. Gestion du phasage	17
B.2.3.7. Raccourcis clavier	18
B.2.3.8. Menus contextuels	18
B.2.4. La barre de boutons et les lignes de menu	21
B.2.5. Procédure globale de définition d'un nouveau projet	22
B.2.6. Fonctionnement de l'updater	24
<b>B.3. Les données du projet</b>	<b>25</b>
B.3.1. Titre et Options	25
B.3.1.1. Options générales	25
B.3.1.2. Boîte de dialogue de définition des coefficients partiels	28
B.3.2. Définition des couches de sol	30
B.3.2.1. Boîte de dialogue de définition des caractéristiques des sols	30
B.3.2.2. Assistants à la détermination des coefficients de poussée et butée des terres	33
B.3.2.3. Assistant de détermination des coefficients $k_{ac}$ et $k_{pc}$	36
B.3.2.4. Assistants à la détermination du coefficient de réaction	36
B.3.2.5. Couleur des couches	40
B.3.3. Définition de l'écran	41
B.3.3.1. Fenêtre de définition de l'écran	41
B.3.3.2. Assistants pour la détermination de la rigidité de l'écran	42

B.3.4. Saisie des données pour les projets double-écran .....	49
B.3.4.1. Titres et options (cas double-écran).....	49
B.3.4.2. Définition des couches de sol pour un double-écran.....	50
B.3.4.3. Définition des caractéristiques des deux écrans .....	50
B.3.5. Définition des cas de charges .....	51
<b>B.4. Définition du phasage.....</b>	<b>53</b>
B.4.1. Présentation.....	53
B.4.2. Cadre de gestion des phases.....	54
B.4.3. Cadre de choix des actions .....	57
B.4.4. Cadre de définition des actions .....	60
B.4.5. Validation / Calcul / Résultats.....	61
B.4.6. Définition du phasage pour un projet de type « Ecran Simple » .....	62
B.4.6.1. Projets sans vérifications ELU .....	62
B.4.6.2. Projets avec vérifications ELU .....	63
B.4.7. Définition du phasage pour un projet de type « Double-Ecran ».....	65
<b>B.5. Description des actions définies au cours du phasage.....</b>	<b>66</b>
B.5.1. Action hydraulique.....	67
B.5.2. Actions « Travaux » .....	68
B.5.2.1. Excavation.....	68
B.5.2.2. Remblaiement .....	70
B.5.2.3. Pose de blindage (Berlinoise).....	73
B.5.3. Caractéristiques des sols .....	74
B.5.3.1. Redéfinition des couches de sol .....	74
B.5.3.2. Diagramme de pressions imposées.....	75
B.5.3.3. Poussée réduite.....	76
B.5.4. Caractéristiques de l'écran.....	78
B.5.4.1. Modification de la rigidité de l'écran .....	78
B.5.4.2. Modification de la structure de l'écran.....	79
B.5.5. Ancrages et appuis .....	79
B.5.5.1. Tirant .....	79
B.5.5.2. Buton .....	83
B.5.5.3. Encastrement .....	86
B.5.5.4. Lierne circulaire .....	88
B.5.5.5. Appui surfacique.....	91
B.5.5.6. Liaison linéique.....	92
B.5.5.7. Liaison surfacique (dalle).....	94
B.5.6. Chargement sur le sol et l'écran.....	96
B.5.6.1. Surcharge de Caquot.....	96
B.5.6.2. Surcharge de Boussinesq.....	98
B.5.6.3. Surcharge de Graux .....	101
B.5.6.4. Force linéique .....	103
B.5.6.5. Moment linéique .....	105
B.5.6.6. Charge trapézoïdale .....	107
B.5.7. Actions automatiques.....	109
B.5.7.1. Options MEL (Méthode aux Equilibres Limites) .....	109
B.5.7.2. Options ELU (MISS) .....	111
B.5.8. Séisme (calcul sismique).....	112
<b>B.6. Calculs et résultats .....</b>	<b>113</b>
B.6.1. Présentation générale .....	113

B.6.1.1. Calcul .....	113
B.6.1.2. Organigramme des calculs .....	113
B.6.1.3. Résultats pour un calcul sans vérifications ELU.....	114
B.6.1.4. Cas d'un calcul avec vérifications ELU .....	114
B.6.2. Calcul sans vérifications ELU .....	115
B.6.2.1. Résultats disponibles dans la fenêtre principale de K-Réa.....	115
B.6.2.2. Fenêtre des résultats / Onglet « Données » .....	116
B.6.2.3. Fenêtre de résultats / Onglet « Synthèse des résultats » .....	116
B.6.2.4. Fenêtre des résultats / Onglet(s) « Enveloppe » .....	117
B.6.2.5. Résultats par phase : représentation graphique.....	118
B.6.2.6. Résultats par phase : tableaux de valeurs .....	120
B.6.3. Calcul avec vérifications ELU (résultats principaux) .....	121
B.6.3.1. Fenêtre principale .....	121
B.6.3.2. Résultats ELS par phase .....	123
B.6.3.3. Résultats ELU par phase : calcul MEL (écran autostable) .....	123
B.6.3.4. Résultats ELU par phase : calcul MISS (écran ancré) .....	125
B.6.4. Vérifications ELU.....	127
B.6.4.1. Vérification du défaut de butée .....	129
B.6.4.1.1. Cas d'un écran ancré (calcul MISS) .....	129
B.6.4.1.2. Cas d'un écran autostable (calcul MEL) .....	130
B.6.4.2. Vérification de l'équilibre vertical de l'écran .....	131
B.6.4.2.2. Cas d'un écran autostable (calcul MEL) .....	132
B.6.4.3. Vérification de la stabilité du massif d'ancrage (Kranz).....	133
B.6.5. Projets double-écran .....	134
B.6.5.1. Résultats principaux .....	134
B.6.5.2. Vérifications ELU .....	136
B.6.6. Export des résultats sous format de fichiers texte .....	136
B.6.6.1. Lecture du fichier 01-KR_ELS_Wall.....	137
B.6.6.2. Lecture du fichier 02-KR_ELS_Reactions.....	138
B.6.6.3. Lecture du fichier 03-KR_ELU_MISS_Wall.....	138
B.6.6.4. Lecture du fichier 04-KR_ELU_Reactions.....	139
B.6.6.5. Lecture du fichier 05-KR_ELU_MEL_F_Wall .....	140
B.6.6.6. Lecture du fichier 06-KR_ELU_MEL_D_Wall.....	140
B.6.6.7. Lecture du fichier 07-KR_ELU_MISS_Synthesis.txt (ok061).....	141
B.6.6.8. Lecture du fichier 08-KR-KRANZ-Results.txt (okz01).....	141
B.6.6.9. Lecture du fichier 09-KR-Phase_And_Combinations.txt .....	142
<b>B.7. Impressions.....</b>	<b>143</b>
B.7.1. Projets de type écran simple sans vérifications à l'ELU.....	143
B.7.2. Projets de type écran simple avec vérifications à l'ELU.....	144
B.7.3. Projets de type Double Écran.....	146

## TABLE DES FIGURES

Figure B 1 : Exemples de projets « écran simple » .....	8
Figure B 2 : Exemples de projets « double-écran » .....	8
Figure B 3 : Fenêtre de lancement de K-Réa .....	12
Figure B 4 : Fenêtre principale .....	13
Figure B 5 : Menu principal .....	14
Figure B 6 : Menu Fichier .....	14
Figure B 7 : Options du programme .....	15
Figure B 8 : Menu Données .....	15
Figure B 9 : Menu Assistants .....	16
Figure B 10 : Menu Calcul/Résultats .....	16
Figure B 11 : Menu Aide .....	17
Figure B 12 : Menu de gestion du phasage .....	17
Figure B 13 : Menu Aide .....	18
Figure B 14 : Menu contextuel du tableau de résultats .....	19
Figure B 15 : Menu contextuel du tableau de définition des couches de sol .....	20
Figure B 16 : Projet double-écran : Liste d'actions .....	23
Figure B 17 : Boîte de dialogue « Titre et Options » (projet écran simple) .....	25
Figure B 18 : Boîte de dialogue « Options de calcul avancées » .....	26
Figure B 19 : Boîte de dialogue de définition des coefficients partiels .....	28
Figure B 20 : Boîte de dialogue des caractéristiques des couches de sol .....	30
Figure B 21 : Tables de poussée et de butée des terres de Kerisel et Absi .....	33
Figure B 22 : Calcul des coefficients de poussée par la méthode du coin de Coulomb .....	34
Figure B 23 : Calcul des coefficients de poussée par la méthode de Rankine .....	35
Figure B 24 : Calcul des coefficients $k_{ac}/k_{pc}$ .....	36
Figure B 25 : Calcul du coefficient de réaction - Méthode de Balay sélectionnée .....	37
Figure B 26 : Détermination du paramètre rhéologique $\alpha$ .....	37
Figure B 27 : Figure d'aide pour la définition du paramètre dimensionnel $a$ .....	38
Figure B 28 : Calcul du coefficient de réaction - Méthode de Schmitt sélectionnée .....	39
Figure B 29 : Détermination du coefficient de réaction à partir des abaques de Chadeisson .....	39
Figure B 30 : Choix des couleurs pour les couches de sol .....	40
Figure B 31 : Définition de l'écran : paroi rectiligne (à gauche) et paroi circulaire (à droite) .....	41
Figure B 32 : Détermination du produit EI pour les parois planes continues .....	42
Figure B 33 : Détermination de EI et Rc pour les parois cylindriques continues .....	42
Figure B 34 : Détermination du produit EI pour les pieux circulaires en béton .....	43
Figure B 35 : Détermination du produit EI par unité de longueur pour les profilés métalliques .....	44
Figure B 36 : Détermination du produit EI par unité de longueur pour les pieux mixtes .....	46
Figure B 37 : Catalogue des palplanches ArcelorMittal .....	47
Figure B 38 : Schéma type d'une palplanche de type « Standard Z » .....	48
Figure B 39 : Schéma type d'une palplanche de type « Standard U » .....	48
Figure B 40 : Schéma type d'un rideau combiné .....	48
Figure B 41 : Schéma type d'un rideau à redans .....	48
Figure B 42 : Boîte de dialogue « Titre et Options » (projet double écran) .....	49
Figure B 43 : Boîte de dialogue des caractéristiques des couches de sol – Projet double écran .....	50
Figure B 44 : Fenêtre de définition de l'écran – Projet double-écran .....	50
Figure B 45 : Fenêtre de définition des familles et des combinaisons de charges .....	51
Figure B 46 : Fenêtre de Résultats permettant l'accès aux résultats par combinaisons de charges .....	52
Figure B 47 : Fenêtre de Vérifications à l'EC7 permettant l'accès aux résultats par combinaisons de charges .....	52
Figure B 48 : Fenêtre principale – Gestion du phasage .....	53
Figure B 49 : Zones de gestion du phasage .....	54

Figure B 50 : Menu de gestion du phasage .....	54
Figure B 51 : Onglet « Commentaires » .....	55
Figure B 52 : Onglet « Paramétrage du dessin » .....	55
Figure B 53 : Onglet Paramétrage du dessin (exemples de paramètres d'affichage de certaines actions) .....	56
Figure B 54 : Cadre de choix des actions pour une phase de calcul.....	57
Figure B 55 : Sélection de l'action Bouton .....	58
Figure B 56 : Définition des paramètres d'une action .....	58
Figure B 57 : : Indications sur l'origine d'invalidités de saisie.....	59
Figure B 58 : Cadre de choix des actions pour une phase de calcul (cas d'un projet avec vérifications ELU) .....	59
Figure B 59 : Cadre de définition des actions (exemple d'une excavation) .....	60
Figure B 60 : Phase initiale.....	62
Figure B 61 : Création et affichage de la phase 1 d'un projet .....	63
Figure B 62 : Exemple de données supplémentaires pour les projets avec vérifications ELU dans le cas d'une phase où l'écran est considéré comme autostable.....	64
Figure B 63 : Projet double-écran : choix de l'Ecran 1 / Ecran 2 .....	65
Figure B 64 : Projet double-écran : affichage des actions propres à chaque écran.....	65
Figure B 65 : Exemple de définition d'un gradient hydraulique .....	67
Figure B 66 : Cadre de définition de l'action hydraulique .....	68
Figure B 67 : Définition des conditions hydrauliques : régime hydrostatique (à gauche) et gradient hydraulique (à droite).....	68
Figure B 68 : Définition d'une excavation .....	68
Figure B 69 : Définition d'une excavation sous forme de talus (à gauche) ou de risberme (à droite).....	69
Figure B 70 : Figures d'aide pour une action de remblaiement après une géométrie de type talus (à gauche) ou de type risberme (à droite) .....	70
Figure B 71 : Zone de définition d'un remblaiement.....	71
Figure B 72 : Possibilité d'importer les propriétés d'une couche de sol définie précédemment.....	71
Figure B 73 : Fenêtre de définition du sol de remblaiement.....	72
Figure B 74 : Cadre de définition de la pose de blindage.....	73
Figure B 75 : Fenêtre pour redéfinir une couche de sol en cours de phasage .....	74
Figure B 76 : Définition d'un diagramme de pressions imposées.....	76
Figure B 77 : Cadre de définition de l'action poussée réduite .....	77
Figure B 78 : Cadre de modification de l'écran .....	78
Figure B 79 : Zone de définition de la rehausse de l'écran (à gauche) ou de son approfondissement (à droite).....	79
Figure B 80 : Comportement d'un tirant avec précontrainte.....	80
Figure B 81 : Définition d'un tirant et assistant correspondant .....	81
Figure B 82 : Aides de l'assistant tirant - Schémas de principe.....	81
Figure B 83 : Modification d'un tirant .....	82
Figure B 84 : Désactivation d'un tirant .....	83
Figure B 85 : Définition d'un bouton et assistant correspondant .....	83
Figure B 86 : Aide de l'assistant bouton – Schémas de principe.....	84
Figure B 87 : Aide de l'assistant bouton – Coefficient rhéologique .....	84
Figure B 88 : Aide de l'assistant bouton – Coefficients de forme .....	85
Figure B 89 : Modification d'un bouton .....	85
Figure B 90 : Désactivation d'un bouton .....	86
Figure B 91 : Définition d'un encastrement.....	86
Figure B 92 : Modification d'un encastrement.....	87
Figure B 93 : Désactivation d'un encastrement .....	87
Figure B 94 : Définition d'une lierne circulaire.....	88
Figure B 95 : Définition d'une lierne circulaire.....	89
Figure B 96 : Aide pour la définition d'une lierne .....	89
Figure B 97 : Modification d'une lierne circulaire.....	90

Figure B 98 : Désactivation d'une lierne circulaire .....	90
Figure B 99 : Définition d'un appui surfacique .....	91
Figure B 100 : Modification d'un appui surfacique .....	92
Figure B 101 : Désactivation d'un appui surfacique .....	92
Figure B 102 : Définition d'une liaison linéique et assistant correspondant .....	93
Figure B 103 : Modification d'une liaison linéique .....	94
Figure B 104 : Désactivation d'une liaison linéique .....	94
Figure B 105 : Définition d'une liaison surfacique .....	95
Figure B 106 : Modification d'une liaison surfacique .....	95
Figure B 107 : Désactivation d'une liaison surfacique .....	96
Figure B 108 : Définition de la surcharge de Caquot .....	97
Figure B 109 : Modification d'une surcharge de Caquot .....	97
Figure B 110 : Désactivation d'une surcharge de Caquot .....	98
Figure B 111 : Schéma de principe d'une surcharge de Boussinesq .....	98
Figure B 112 : Définition de la surcharge de Boussinesq .....	99
Figure B 113 : Modification d'une surcharge de Boussinesq .....	100
Figure B 114 : Désactivation d'une surcharge de Boussinesq .....	100
Figure B 115 : Schéma de principe d'une surcharge de Graux .....	101
Figure B 116 : Définition d'une surcharge de Graux .....	102
Figure B 117 : Modification d'une surcharge de Graux .....	102
Figure B 118 : Désactivation d'une surcharge de Graux .....	103
Figure B 119 : Schéma de principe d'une force linéique .....	103
Figure B 120 : Définition d'une force linéique .....	104
Figure B 121 : Modification d'une force linéique .....	104
Figure B 122 : Désactivation d'une force linéaire .....	105
Figure B 123 : Schéma de principe d'un moment .....	105
Figure B 124 : Définition d'un moment linéique .....	106
Figure B 125 : Modification d'un moment linéique .....	106
Figure B 126 : Désactivation d'un moment linéique .....	107
Figure B 127 : Définition d'une charge trapézoïdale .....	108
Figure B 128 : Modification d'une charge trapézoïdale .....	108
Figure B 129 : Désactivation d'une charge trapézoïdale .....	109
Figure B 130 : Modification des paramètres de surexcavation .....	109
Figure B 131 : Modification des paramètres de la méthode de calcul .....	110
Figure B 132 : Modification du côté de la butée .....	110
Figure B 133 : Modification des caractéristiques de la contrebutée dans le cadre d'un calcul MEL .....	110
Figure B 134 : Modification des paramètres de surexcavation .....	111
Figure B 135 : Position du point d'effort tranchant nul zD .....	111
Figure B 136 : Phasage de calcul avec traitement des phases avec séisme .....	112
Figure B 137 : Organigramme de calcul et résultats obtenus pour chaque type de calcul ..	113
Figure B 138 : Affichage des résultats MISS (sans vérifications ELU) dans la fenêtre principale .....	115
Figure B 139 : Fenêtre des résultats : onglet « Données » .....	116
Figure B 140 : Affichage du tableau de synthèse des résultats (écran simple, sans vérifications ELU) .....	116
Figure B 141 : Affichage des enveloppes pour les phases 1 à 5 .....	117
Figure B 142 : Affichage des résultats d'une phase sous forme de graphiques (écran simple, sans vérifications ELU) .....	118
Figure B 143 : Exemple d'affichage de la pression différentielle (à gauche) et d'affichage décomposé des pressions (à droite) .....	119
Figure B 144 : Affichage des résultats d'une phase de calcul sous forme de tableau .....	120
Figure B 145 : Résultats ELU d'une phase où l'écran est autostable (calcul MEL) – Les déplacements ne sont pas affichés .....	121
Figure B 146 : Résultats ELU d'une phase où l'écran est ancré (calcul MISS) .....	122



Figure B 147 : Affichage des résultats ELS dans la fenêtre des résultats .....	123
Figure B 148 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (MEL) - Graphiques .....	124
Figure B 149 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (MEL) – Tableaux.....	124
Figure B 150 : Fenêtre des résultats – Synthèse des résultats à l'ELU pour des phases en console uniquement.....	125
Figure B 151 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (calcul MISS) - Graphiques.....	126
Figure B 152 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (calcul MISS) - Tableaux .....	126
Figure B 153 : Fenêtre des résultats – Synthèse des résultats ELU pour un projet avec phases en console et phases ancrées .....	127
Figure B 154 : Fenêtre d'affichage des résultats des vérifications ELU .....	128
Figure B 155 : Vérification ELU – Résultats de la vérification du défaut de butée – Phase ancrée (calcul MISS).....	129
Figure B 156 : Vérification ELU – Résultats de la vérification du défaut de butée – Phase autostable (calcul MEL).....	130
Figure B 157 : Vérification ELU – Bilan de l'équilibre vertical – Ecran ancré (calcul MISS).131	
Figure B 158 : Vérification ELU – Bilan de l'équilibre vertical – Ecran autostable (calcul MEL)132	
Figure B 159 : Vérifications à l'ELU – Vérification Kranz.....	133
Figure B 160 : Fenêtre principale – Résultats d'un projet double-écran.....	134
Figure B 161 : Fenêtre principale – Résultats d'un projet double-écran.....	135
Figure B 162 : Fenêtre des résultats –Cas d'un projet double-écran .....	135
Figure B 163 : Assistant d'impression pour un projet écran Simple sans vérifications ELU	143
Figure B 164 : Exemple d'impression de la synthèse graphique du phasage .....	144
Figure B 165 : Assistant d'impression pour un projet écran simple avec vérifications à l'ELU, avec sélection des résultats à l'ELS pour l'impression.....	145
Figure B 166 : Assistant d'impression pour un projet écran simple avec vérifications à l'ELU, avec sélection des résultats à l'ELU pour l'impression .....	145
Figure B 167 : Assistant d'impression pour un projet Double Écran .....	146
Figure B 168 : Extrait d'une impression de synthèse graphique du phasage pour un projet double-écran .....	147

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau B 1 : Correspondance des systèmes d'unités métrique et impérial .....	9
Tableau B 2 : Actions disponibles pour la définition du phasage .....	66
Tableau B 3 : Critères de définition des niveaux d'excavation et remblaiement après une géométrie du terrain naturel de type talus ou risberme.....	70

## B.1. Introduction

### B.1.1. Présentation de K-Réa

K-Réa permet d'étudier le comportement des écrans de soutènement plans ou circulaires soumis à une série de phases de construction par la méthode de calcul aux coefficients de réaction.

K-Réa permet d'analyser deux types de projets :

- Projets « **Ecran simple** » : comprenant un seul écran de soutènement ;

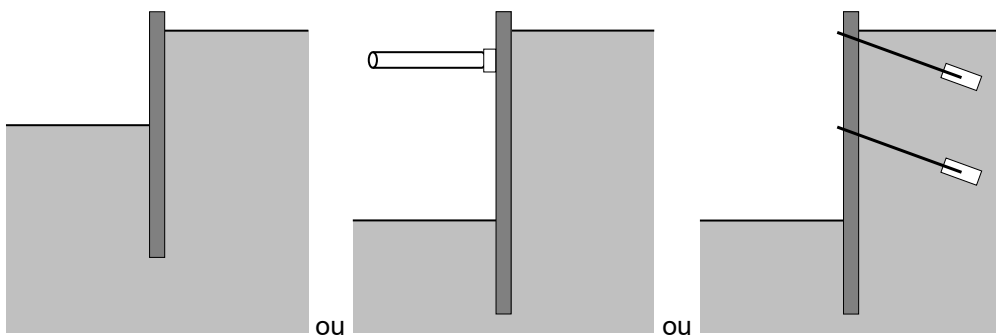


Figure B 1 : Exemples de projets « écran simple »

- Projets « **Double-écran** » : comprenant deux écrans liés par un ensemble de liaisons.

Nota : on désigne par double-écrans dans ce manuel à la fois les double-écrans et les contre-écrans.

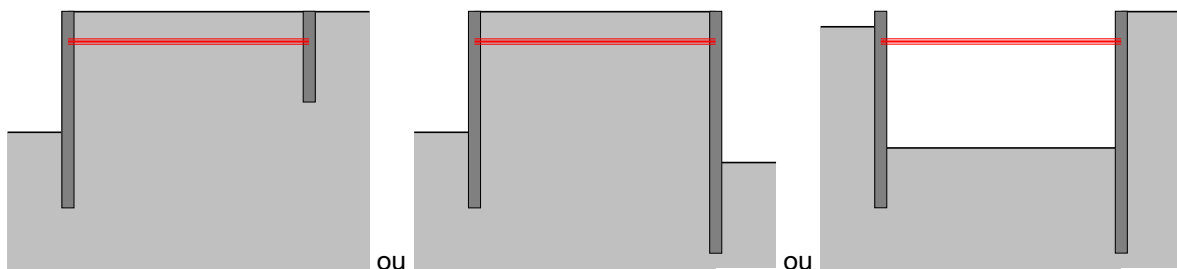


Figure B 2 : Exemples de projets « double-écran »

K-Réa fonctionne dans l'environnement Windows®, ce qui confère à l'interface une utilisation intuitive et une réelle simplicité pour la saisie de données. De plus, l'affichage graphique du phasage de calcul permet de contrôler en « temps réel » la saisie des actions validées.

Les principales étapes de définition d'un projet sont les suivantes :

- Définition des données générales du projet : choix du type de projet (écran simple ou double-écran), du système d'unités (métrique ou impérial), des options hydrauliques, de la prise en compte des effets de 2<sup>nd</sup> ordre et de l'activation des vérifications ELU ;



2. Définition des caractéristiques des couches de sol (nombreux assistants sont disponibles) ;
3. Définition des propriétés de l'écran (plusieurs assistants sont disponibles) ;
4. Définition du phasage de calcul : création des phases et choix des actions à appliquer dans chaque phase (excavations, mise en place d'ancrages, etc.) ;
5. Lancement des calculs ;
6. Affichage des résultats.

La partie A du manuel est dédiée à la démarche d'installation du logiciel K-Réa.

Cette partie B présente l'ensemble des éléments de l'interface et récapitule les manipulations à opérer pour définir et exploiter tout projet K-Réa.

La partie C du manuel est consacrée à la notice technique définissant le cadre théorique des méthodes de calcul utilisées dans K-Réa.

La partie D fournit les exemples d'application, tutoriels et manipulations de l'interface de K-Réa.

## B.1.2. Conventions

### B.1.2.1. Unités

Deux systèmes d'unités sont proposés dans K-Réa : le système métrique et le système impérial. Le système métrique se décline lui-même en 3 sous-systèmes basés sur les kN, MN ou t. Le système d'unités est choisi pour chaque projet dans le Menu **Données, Titre et Options**.



**Les calculs menés par K-Réa sont établis pour une longueur unitaire de l'écran, ainsi la quasi-totalité des données et des résultats se rapportent à cette convention. L'unité /ml (par mètre linéaire) ou /lft (par pied linéaire) est rappelée de manière explicite dans tous les paramètres définis par longueur unitaire (données et résultats). L'absence de ce suffixe (/ml ou /lft) signifie que le paramètre en question ne s'exprime pas en termes de la longueur unitaire.**

Le tableau ci-dessous donne les correspondances pour chaque type de grandeur entre le système d'unités « métrique (kN) » et le système « impérial ». Le suffixe (/ml) ou (/lft) est rajouté en plus dans les grandeurs exprimées par unité de longueur ou de surface.

Grandeur	Unité dans le système métrique	Unité dans le système impérial
Distance ou cote	m	Ft
Déplacement	mm	In
Force et effort	kN/ml	kip/lft
Pression	kN/m/ml	kip/ft/lft
Poids volumique	kN/m <sup>3</sup>	Kcf
Produit d'inertie	kNm <sup>2</sup> /ml	kip.ft <sup>2</sup> /lft
Raideur linéique	kN/m/ml	kip/ft/lft
Raideur surfacique	kN/m <sup>2</sup> /ml	ksf/lft
Moment	kN.m/ml	kip.ft/lft

Tableau B 1 : Correspondance des systèmes d'unités métrique et impérial

Dans ce manuel, les unités correspondant à chaque type de donnée ou de résultat seront indiquées en système « métrique (kN) » et en système « impérial ». Toutefois les systèmes « métrique (MN) » et « métrique (t) » sont également disponibles dans le logiciel.

#### B.1.2.2. Projets double-écran

Dans le cadre des projets double-écran, K-Réa utilise la notation **Ecran 1** pour désigner l'écran de **gauche** et la notation **Ecran 2** pour désigner l'écran de **droite**.

Il est recommandé de définir pour l'écran 1 celui qui aura le phasage de construction le plus long. Il ne s'agit pas d'une obligation, mais d'une simple recommandation qui permet d'optimiser les manipulations lors de la définition du phasage.

Dans le cadre d'un projet double-écran, chaque côté de l'écran est identifié par convention avec la notation suivante :

- « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » pour l'écran 1 (écran de gauche) ;
- « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » pour l'écran 2 (écran de droite).

#### B.1.2.3. Conventions de signes

Celles-ci sont décrites dans la partie C du manuel.

#### B.1.2.4. Conventions relatives aux actions du phasage

Toutes les actions du phasage sont représentées graphiquement sur l'interface de K-Réa. Ce qui est pris en compte dans le calcul correspond donc à ce qui est représenté sur l'interface.

Tout projet K-Réa est constitué d'une phase initiale et d'un ensemble de phases courantes. Comme son nom l'indique, la phase initiale sert à définir l'état du terrain avant toute interaction du sol avec l'écran, autrement dit c'est une phase d'initialisation des contraintes. Les actions applicables pendant cette phase particulière sont listées ci-après :

- L'Action hydraulique ;
- Les actions Excavation et Remblaiement ;
- L'action Poussée réduite qui n'est d'ailleurs applicable qu'en phase initiale ;
- Les actions Surcharge de Caquot et Surcharge de Boussinesq.

Pendant les phases courantes, une multitude d'actions sont proposées. Ces dernières sont rassemblées formes de groupes d'actions traitant chacun un aspect du problème étudié.

L'ensemble de ces actions sont synthétisées dans le tableau suivant :

Groupe	Actions
Hydraulique	Action hydraulique <sup>(1)</sup>
Travaux	Excavation <sup>(1)</sup> Remblaiement <sup>(1)</sup> Pose de blindage (berlinoise) <sup>(2)</sup>
Caractéristiques des sols	Redéfinition des couches de sol <sup>(3)</sup> Diagrammes de pressions imposées <sup>(4)</sup>
Caractéristiques de l'écran	Modification de la rigidité de l'écran <sup>(5)</sup> Modification de la structure de l'écran <sup>(5)</sup>
Ancrages et appuis	Tirant <sup>(6)</sup> Butoir <sup>(6)</sup> Lierne circulaire <sup>(6)</sup> Encastrement <sup>(7)</sup> Appui surfacique <sup>(6)</sup> Liaison linéique <sup>(8)</sup> Liaison surfacique (dalle) <sup>(8)</sup>
Chargement sur le sol et l'écran	Surcharge de Caquot <sup>(6)</sup> Surcharge de Boussinesq <sup>(6)</sup> Surcharge de Graux <sup>(6)</sup> Force linéique <sup>(9)</sup> Moment linéique <sup>(9)</sup> Charge trapézoïdale <sup>(9)</sup>

L'action (X) est applicable :

- (1) une seule fois par phase / écran / côté. Dans une phase donnée, les actions "Excavation" et "Remblaiement" ne peuvent pas coexister d'un seul côté de l'écran ;
- (2) uniquement sur les sections d'écran concernées par l'action "Poussée réduite" définie en phase initiale ;
- (3) une seule fois par phase / écran / côté / couche de sol ;
- (4) par phase / écran / côté autant de fois que nécessaire ;
- (5) par phase / écran autant de fois que nécessaire ;
- (6) par phase / écran / côté autant de fois que nécessaire. Cette action est en plus modifiable et/ou désactivable au cours du phasage ;
- (7) par phase / écran autant de fois que nécessaire. Cette action est en plus modifiable et/ou désactivable au cours du phasage ;
- (8) par phase autant de fois que nécessaire. Elle est accessible uniquement dans les projets double-écran. Cette action est en plus modifiable et/ou désactivable au cours du phasage ;
- (9) par phase / écran autant de fois que nécessaire. Cette action est en plus modifiable et/ou désactivable au cours du phasage.

L'ensemble des actions sont présentées en détail dans le chapitre B.5.

### B.1.3. Extension des fichiers de données K-Réa v4

Les fichiers de données K-Réa v4 ont pour extension **.K4P**. Seul ce fichier est nécessaire lorsque vous souhaitez échanger vos données de calcul avec un autre utilisateur K-Réa v4.

K-Réa v4 permet la relecture et l'importation des projets K-Réa v3.1. Les fichiers de données K-Réa v3.1 ont pour extension **.K3P**.

K-Réa v4 permet également la relecture et l'importation des projets K-Réa v3.0. Les fichiers de données K-Réa v3.0 ont pour extension **.KRP**.

## B.2. Présentation générale de l'interface

### B.2.1. Fenêtre de lancement

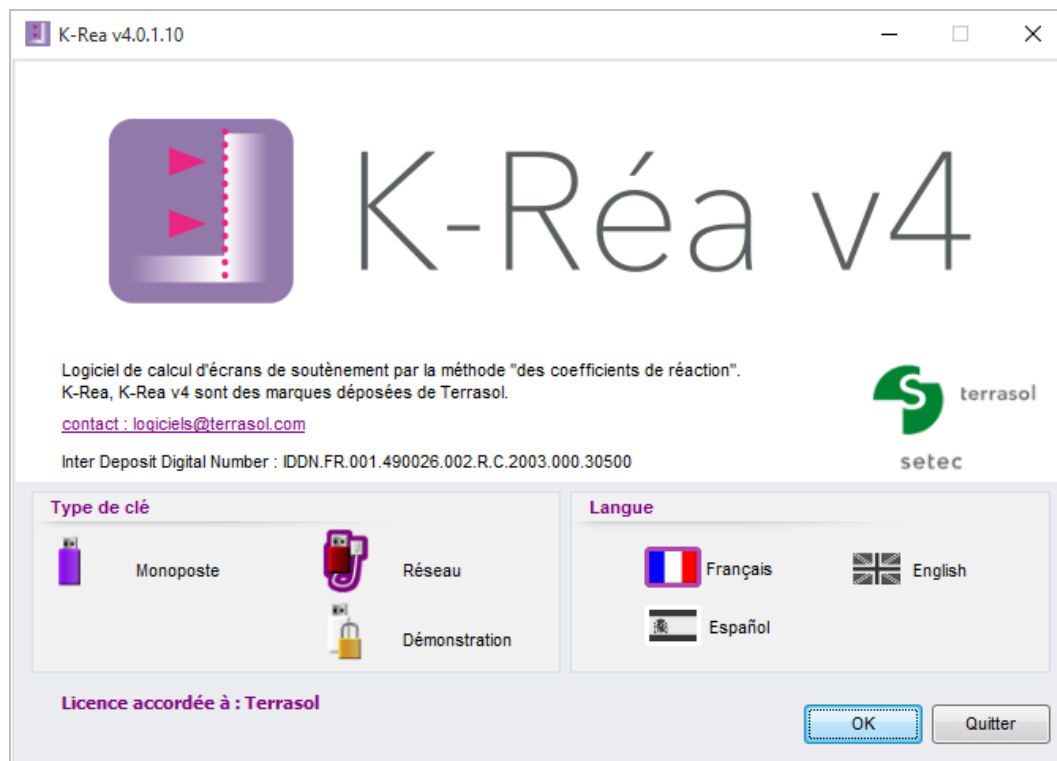


Figure B 3 : Fenêtre de lancement de K-Réa

La fenêtre de lancement permet de :

- Choisir la langue qui sera utilisée par l'interface de K-Réa ;
- Choisir le mode d'utilisation de K-Réa en fonction du type de licence dont vous disposez. Si vous ne disposez d'aucune licence, vous n'aurez accès qu'au mode de démonstration ;
- Lancer le logiciel K-Réa ;
- Envoyer un mail au Pôle Logiciels de Terrasol ;
- Accéder au site internet de Terrasol (en cliquant sur le logo Terrasol).

La version installée de K-Réa est également indiquée.

## B.2.2. Fenêtre principale

La fenêtre principale de K-Réa permet d'accéder à l'ensemble des fonctionnalités disponibles pour la définition d'un projet. Les fenêtres secondaires correspondent aux fenêtres de saisie des données, aux assistants ou aux résultats.

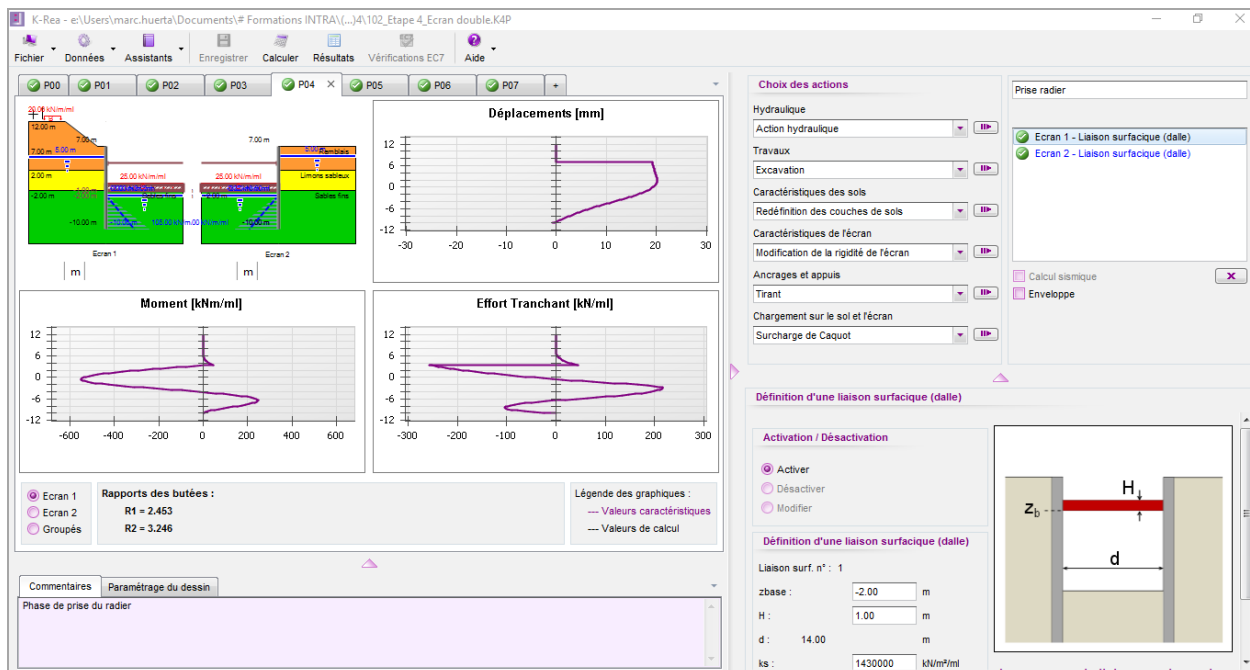


Figure B 4 : Fenêtre principale

Sur la fenêtre principale sont affichés :

- La barre de titre qui spécifie le nom et le chemin du fichier du projet ;
- La barre de menus, décrite en détail au chapitre B.2.3 ;
- La barre de boutons et des lignes de menu, présentée au chapitre B.2.4 ;
- La coupe du projet, présentée sous forme d'un onglet par phase ;
- Le cadre de gestion du phasage, détaillé au chapitre B.4 ;
- Un onglet "Commentaires" qui s'imprimera dans la synthèse graphique de la phase (1 commentaire par phase) ;
- Un onglet "Paramètres de dessin" permettant l'affichage des caractéristiques des actions. Cet onglet agit sur l'ensemble du projet ;
- L'unité et la cote (ou profondeur), correspondant à la position de la souris lorsque celle-ci se trouve sur le dessin de la coupe du projet, s'affichent en bas à gauche du graphique.

## B.2.3. Les menus

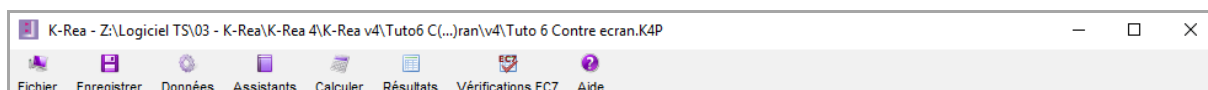


Figure B 5 : Menu principal

Les menus sont accessibles par simple clic sur leur intitulé et peuvent faire apparaître des sous-menus. Ils permettent de gérer l'ensemble de fonctionnalités liées à l'environnement Windows® et celles propres à K-Réa.

### B.2.3.1. Menu Fichier

Ce menu permet d'accéder à différentes options relatives aux fichiers et aux impressions.

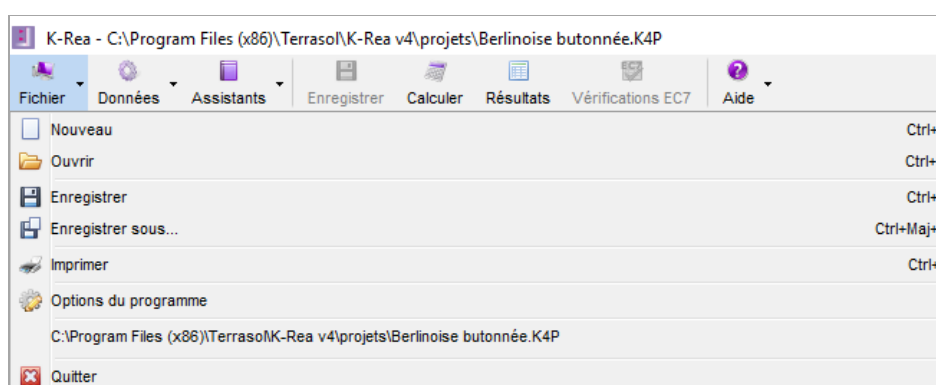








Figure B 6 : Menu Fichier

Les sous-menus sont décrits ci-après :

- **Nouveau**  : définir un nouveau projet en accédant à la première boîte de dialogue de K-Réa (Titre et Options).
- **Ouvrir**  : accéder à l'arborescence du système d'exploitation afin de sélectionner un projet existant à ouvrir. L'extension d'un fichier projet dans K-Réa v4 est ".K4P". Il y a également possibilité d'importer les projets bâtis avec les anciennes versions 3 et 3.1 de K-Réa, dont les fichiers projet portent les terminaisons ".KRP" et ".K3P" respectivement, en changeant le filtre d'extension (liste déroulante en bas à droite de la fenêtre).
- **Enregistrer**  : sauvegarder les données saisies jusqu'à l'exécution de la commande dans le fichier correspondant au projet en cours.
- **Enregistrer sous**  : sauvegarde les données saisies dans un autre fichier que celui relatif au projet en cours d'exécution. Le nom donné au nouveau fichier doit être conforme aux formats d'écriture Windows®.
- **Imprimer**  : accéder à la boîte de dialogue d'impression. Cette fonctionnalité est accessible uniquement si le projet est déjà calculé.
- **Options du programme**  : afficher le paramétrage par défaut : le répertoire de sauvegarde des fichiers projet ainsi que le système d'unité :



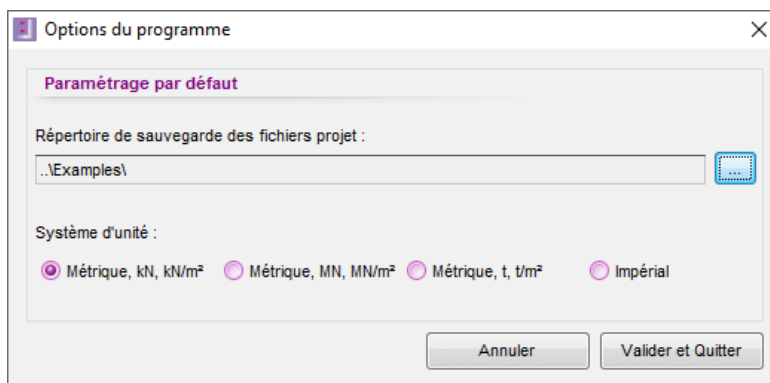



Figure B 7 : Options du programme

- **Historique** : cet affichage regroupe les raccourcis des cinq derniers projets ouverts. Ceux-ci ne doivent pas avoir été déplacés ou effacés pour pouvoir y accéder directement.
- **Quitter**  : quitter le projet en cours.

### B.2.3.2. Menu Données

Ce menu donne accès aux boîtes de dialogue définissant les données du projet, c'est-à-dire le type de projet (écran simple ou double-écran), les options de calcul, les caractéristiques des sols et celles de(s) écran(s). Le contenu de ces boîtes et leur utilisation sont décrits en détail dans le chapitre B.3.

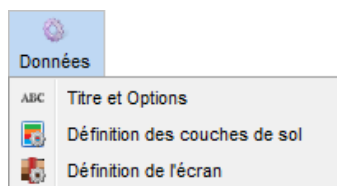





Figure B 8 : Menu Données

- **Titre et Options**  : choix du type de projet, saisie d'un titre et définition des options régissant le calcul (unités, pas de calcul, vérifications ELU, effets de 2<sup>nd</sup> ordre, options avancées, etc.).
- **Définition des couches de sol**  : définition des caractéristiques des couches de sol (paramètres intrinsèques, caractéristiques de l'interaction sol-écran). Dans le cas des projets double-écran, un "modèle de sol" est affecté à chaque écran de manière à pouvoir distinguer les couches propres à l'écran 1 de celles propres à l'écran 2.
- **Définition de l'écran**  : définition des caractéristiques de(s) écran(s) (dimensions, propriétés).

### B.2.3.3. Menu Assistants

Ce menu permet d'accéder aux boîtes de dialogue des assistants pour la détermination des coefficients de poussée/butée et du coefficient de réaction, ainsi que pour la définition des cas de charges. Le contenu de ces boîtes et leur utilisation sont décrits en détail dans les paragraphes §B.3.2 et §B.3.5.

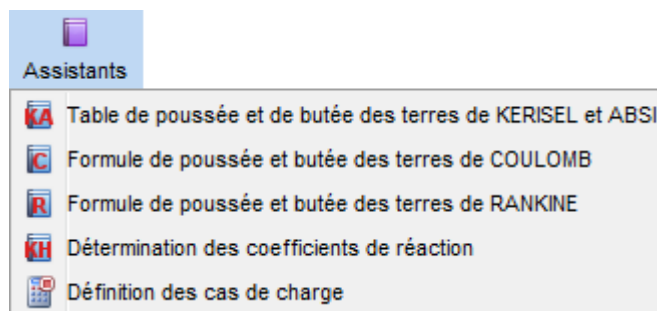







Figure B 9 : Menu Assistants

- **Tables de poussée et de butée des terres de KERISEL et ABSI**  : déterminer les coefficients de poussée et butée des terres en fonction de l'angle de frottement interne et des grandeurs caractéristiques nécessaires à la lecture des tables de J. Kérisel et E. Absi (cf. § B.3.2.2 et partie C du manuel) ;
- **Formule de poussée et butée des terres de COULOMB**  : calculer les coefficients de poussée et de butée par la méthode du coin de Coulomb (cf. § B.3.2.2 et partie C du manuel) ;
- **Formules de poussée et butée des terres de RANKINE**  : calculer les coefficients de poussée et de butée par la formule de Rankine (cf. § B.3.2.2 et partie C du manuel) ;
- **Détermination des coefficients de réaction**  : évaluer le coefficient de réaction selon les formules de Balay, Schmitt ou par lecture des abaques de Chadeisson (cf. § B.3.2.4 et partie C du manuel) ;
- **Définition des cas de charges**  : créer des familles de charges servant à examiner l'influence de plusieurs combinaisons dans un seul projet (cf. § B.3.5 et partie C du manuel).

#### B.2.3.4. Menus Calculer/Résultats/Vérifications

Les 3 menus concernent le lancement du calcul et l'exploration des résultats.

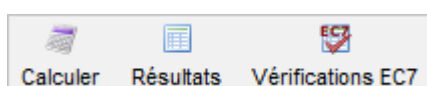





Figure B 10 : Menu Calcul/Résultats

Ce menu permet de gérer les calculs et les résultats.

- **Calculer**  : lancer le calcul du projet entier ;
- **Résultats**  : ouvrir une fenêtre contenant la synthèse des résultats ainsi que les courbes enveloppes, précédées d'un récapitulatif des données et suivies des résultats par phase sous forme graphique et tabulaire ;
- **Vérification EC7**  : ouvrir les Vérifications EC7 si ces dernières ont été activées dans "Titre et Options". Trois types de vérifications sont disponibles : défaut de butée, équilibre vertical et stabilité du massif d'ancrage (Kranz).

### B.2.3.5. Menu Aide

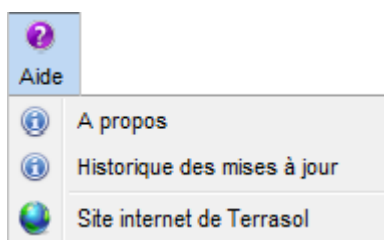





Figure B 11 : Menu Aide

Ce dernier menu permet d'accéder aux options suivantes :

- **A propos de**  : donne des informations relatives au logiciel (notamment le numéro de la version) et un accès aux informations du système de la machine ;
- **Historique des mises à jour**  : ouvre le fichier historisant les différentes mises à jour du logiciel ;
- **Site Internet de Terrasol**  : renvoie vers le [site Internet de Terrasol](#) où les manuels sont disponibles dans la rubrique « Téléchargements ».

### B.2.3.6. Gestion du phasage

La gestion du phasage s'effectue à l'aide du menu contextuel sur les onglets de chaque phase de calcul (en faisant un clic droit).

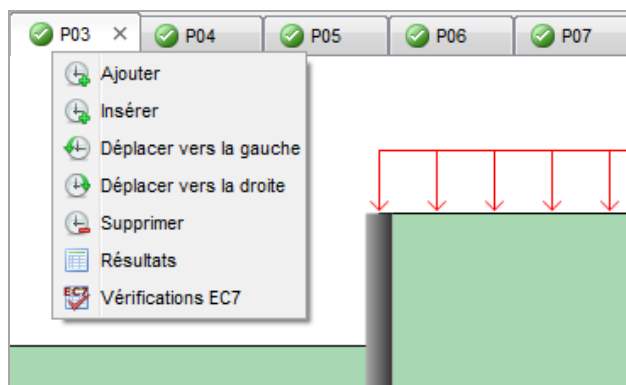



Figure B 12 : Menu de gestion du phasage

- **Ajouter** : crée une nouvelle phase de calcul après la dernière phase créée. Ajouter une phase peut également se faire en cliquant sur l'onglet situé à droite de la dernière phase  ;
- **Insérer** : insère une nouvelle phase de calcul avant la phase sélectionnée ;
- **Déplacer vers la droite** : modifie l'enchaînement des phases de calcul en avançant la phase sélectionnée d'une seule position par rapport aux autres ;
- **Déplacer vers la gauche** : modifie l'enchaînement des phases de calcul en reculant la phase sélectionnée d'une seule position par rapport aux autres ;
- **Supprimer** : supprime la phase de calcul sélectionnée après confirmation ;
- **Résultats** : ouvre la fenêtre de résultats de la phase sélectionnée, accessible si le projet est préalablement calculé ;
- **Vérifications EC7** : ouvre la fenêtre des vérifications de la phase sélectionnée ;

Ces modifications sont appliquées dans le cadre de gestion du phasage présenté dans le chapitre B.4.2.

### B.2.3.7. Raccourcis clavier

Il est possible d'accéder directement à certaines options de menus décrits précédemment. La liste ci-dessous résume l'ensemble des raccourcis clavier disponibles dans K-Réa (certains d'entre eux sont également explicités dans les menus) :

- **Ctrl+N** : crée un nouveau projet ;
- **Ctrl+O** : ouvre un fichier à sélectionner dans l'explorateur de fichiers ;
- **Ctrl+S** : enregistre le fichier courant ;
- **Ctrl+Shift+S** : enregistre le fichier courant sous un nouveau nom ;
- **Ctrl+P** : ouvre la boîte de dialogue de l'assistant d'impression ;
- **Ctrl+Q** : lance les calculs ;
- **Ctrl+A** : interrompt les calculs ;
- **Ctrl+R** : ouvre la fenêtre des résultats.

### B.2.3.8. Menus contextuels

Ces menus additionnels ne sont pas affichés de manière permanente sur la fenêtre principale de K-Réa. C'est un clic droit sur certaines zones qui commande leur apparition.

#### Menu contextuel pour les graphiques et les tableaux

Chaque graphique ou tableau de résultats dispose d'un menu contextuel spécifique. Ce menu contextuel est accessible par un clic droit sur le graphique ou le tableau en question.

Un clic droit à l'intérieur du cadre d'un graphique fait apparaître un assistant d'exportation permettant d'exporter le graphique sous forme d'image :

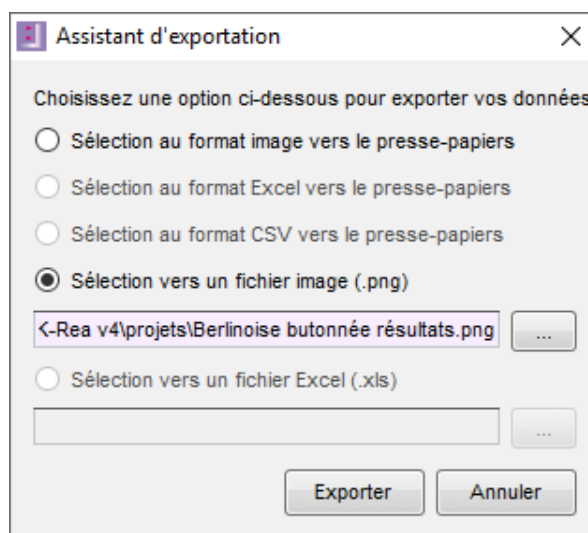


Figure B 13 : Menu Aide

- **Sélection au format image vers le presse-papiers** : copie le graphique sous forme d'image dans le presse-papiers de Windows® ce qui permet de le coller dans un document (Microsoft Excel®, Microsoft Word®, etc.) ;
- **Sélection vers un fichier image (.png)** : crée un fichier image d'extension ".png" dans votre environnement.

*Nota* : les autres formats d'export sont grisés car ils sont sans objet pour les graphiques. Ils sont fonctionnels lors de l'export des tableaux.

Un clic droit sur un tableau (cf. figure ci-dessous) fait apparaître un assistant d'exportation de tableau :

- **Sélection au format Excel vers le presse-papiers** ⇨ copie le tableau sélectionné sous format Excel dans le presse-papiers de Windows® ce qui permet de le coller dans un document (Microsoft Excel®, Microsoft Word®, etc.) ;
- **Sélection au format CSV vers le presse-papiers** ⇨ copie le tableau sélectionné sous format CSV (valeurs séparées par des virgules) dans le presse-papiers de Windows® ce qui permet de le coller dans un document (Microsoft Excel®, Microsoft Word®, etc.) ;
- **Sélection vers un fichier Excel (.xls)** ⇨ crée un fichier Excel, d'extension ".xls", contenant les données sélectionnées.

Visualisation

Graphique  
Tableaux

Le calcul a convergé au bout de 5 itération(s).

NIVEAU [m]	Rotation [rad]	Déplacement [mm]	M,k [kNm]	V,k [kN]	Etat GAUCHE	Etat DROITE	ph,k GAUCHE [kN/m²]	ph,k DROITE [kN/m²]	u,k GAUCHE [kN/m²]	u,k DROITE [kN/m²]	σv',k GAUCHE [kN/m²]	σv',k DROITE [kN/m²]
174.00	-0.00342	-3.18	0.00	0.00	excav.	elast.	0.00	55.70	0.00	0.00	0.00	30.00
173.80	-0.00342	-3.87	-1.03	-9.94	excav.	elast.	0.00	43.72	0.00	0.00	0.00	34.00
173.60	-0.00342	-3.87	-1.03	-9.94	excav.	elast.	0.00	43.72	0.00	0.00	0.00	34.00
173.60	-0.00344	-4.55	-3.82	-17.49	excav.	elast.	0.00	31.72	0.00	0.00	0.00	38.00
173.60	-0.00344	-4.55	-3.82	-17.49	excav.	elast.	0.00	31.72	0.00	0.00	0.00	38.00
173.40	-0.00348	-5.24	-7.87	-22.62	excav.	elast.	0.00	18.13	0.00	0.00	0.00	42.00
173.40	-0.00348	-5.24	-7.87	-22.62	excav.	elast.	0.00	18.13	0.00	0.00	0.00	42.00
173.20	-0.00356	-5.95	-12.75	-26.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.00
173.20	-0.00356	-5.95	-12.75	-26.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.00
173.00	-0.00367	-6.67	-18.46	-30.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00
173.00	-0.00367	-6.67	-18.46	67.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00
172.80	-0.00376	-7.41	-5.56	61.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00
172.80	-0.00376	-7.41	-5.56	61.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00
172.60	-0.00376	-8.17	6.19	55.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.00
172.60	-0.00376	-8.17	6.19	55.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.00
172.40	-0.00367	-8.91	16.62	48.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.00
172.40	-0.00367	-8.91	16.62	48.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.00
172.20	-0.00351	-9.63	25.57	40.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00
172.20	-0.00351	-9.63	25.57	40.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00
172.00	-0.00329	-10.31	32.89	32.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
172.00	-0.00329	-10.31	32.89	32.00	excav.	elast.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
171.80	-0.00303	-10.95	38.56	24.33	excav.	elast.	0.00	41.35	0.00	0.00	0.00	74.00
171.80	-0.00303	-10.95	38.56	24.33	excav.	elast.	0.00	41.35	0.00	0.00	0.00	74.00
171.60	-0.00272	-11.52	42.57	15.73	excav.	elast.	0.00	44.61	0.00	0.00	0.00	78.00
171.60	-0.00272	-11.52	42.57	15.73	excav.	elast.	0.00	44.61	0.00	0.00	0.00	78.00
171.40	-0.00240	-12.03	44.81	8.52	excav.	elast.	0.00	47.44	0.00	0.00	0.00	82.00

Assistant d'exportation

Choisissez une option ci-dessous pour exporter vos données

☐ Sélection au format image vers le presse-papiers

☐ Sélection au format Excel vers le presse-papiers

☐ Sélection au format CSV vers le presse-papiers

☐ Sélection vers un fichier image (.png)

☒ Sélection vers un fichier Excel (.xls)

e:\Users\margareth.touraine\Desktop\Berlinoise.xls

Exporter Annuler

Efforts dans les ancrages (valeurs caractéristiques)

Buton n°1 | effort axial 98.03 kN

Imprimer Quitter

Figure B 14 : Menu contextuel du tableau de résultats

## Menu contextuel sur les tableaux de synthèse

Le même menu que celui décrit ci-dessus apparaît quand on effectue un clic droit sur le tableau de l'onglet de données, où il est possible d'exporter la définition des couches de sol. L'option de copie dans le presse-papiers est également accessible pour le tableau de définition de l'écran.

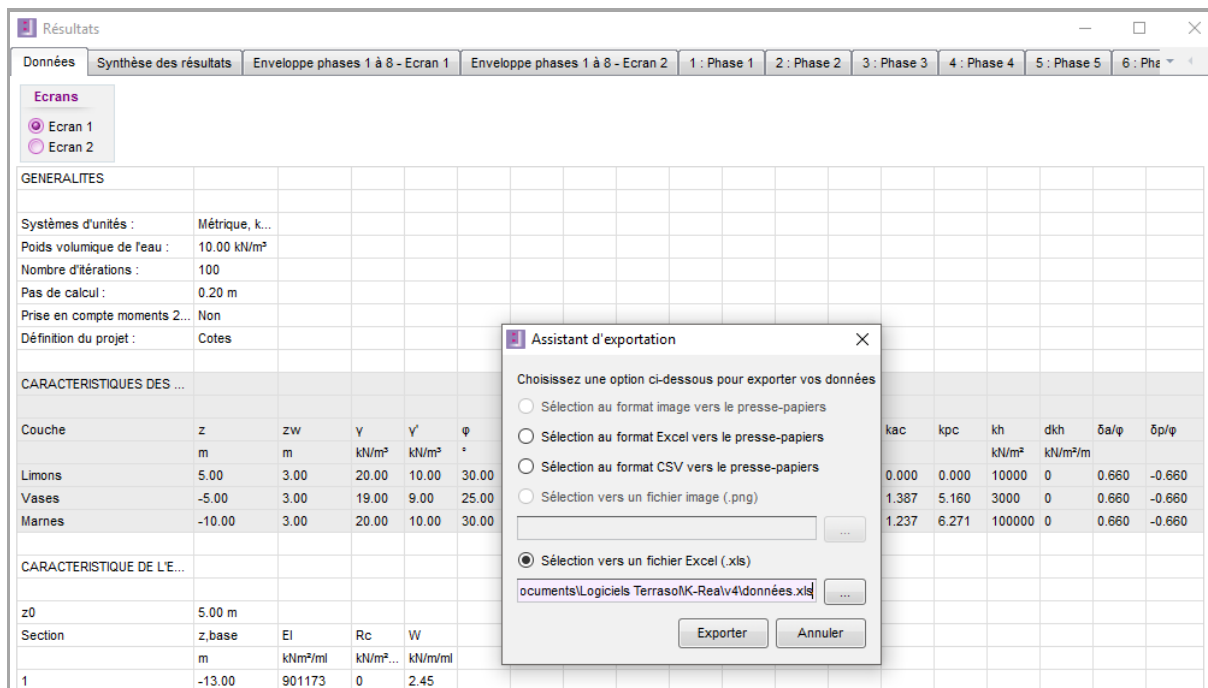









Figure B 15 : Menu contextuel du tableau de définition des couches de sol






## B.2.4. La barre de boutons et les lignes de menu

Les lignes de menu ont chacune une icône permettant d'illustrer l'action correspondante. Celles-ci sont listées ci-dessous :






### Boutons correspondant aux lignes du menu **Fichier** :

-  Initialise la création d'un nouveau projet ;
-  Ouvre un projet existant depuis l'explorateur de fichiers ;
-  Enregistre les modifications dans le projet en cours ;
-  Enregistre le projet en cours sous un nouveau nom et/ou chemin ;
-  Ouvre la boîte de dialogue des impressions (accessible uniquement si le projet est déjà calculé) ;
-  Ouvre la boîte de dialogue « Options du programme » (choix par défaut du répertoire de sauvegarde des fichiers projets et système d'unité) ;
-  Ferme le projet en cours.




### Boutons correspondant aux lignes du menu **Données** :

-  Ouvre la boîte de dialogue "Titre et Options" ;
-  Ouvre la boîte de dialogue "Définition des couches de sol" ;
-  Ouvre la boîte de dialogue "Définition de l'écran".

### Boutons correspondant aux lignes du menu **Assistants** :

-  Assistant coefficients de poussée et butée des terres de KERISEL et ABSI ;
-  Assistant coefficients de poussée et butée des terres de COULOMB ;
-  Assistant coefficients de poussée et butée des terres de RANKINE ;
-  Assistant coefficients de réaction ;
-  Assistant cas de charges.

### Boutons correspondant aux lignes du menu **Aide** :

-  Ouvre la fenêtre « à propos » de K-Réa ;
-  Ouvre l'historique des mises à jour ;
-  Ouvre le site internet de Terrasol.

## Boutons



**Enregistrer** : sauvegarde le projet en cours ;



**Calculer** : lance les calculs du projet en cours ;



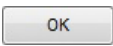

**Résultats** : affiche les résultats du projet (accessible uniquement si le projet est déjà calculé) ;



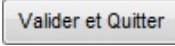
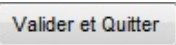






**Vérifications ELU** : affiche les résultats des vérifications à l'Eurocode 7 (accessible uniquement si le projet est déjà calculé) si ces dernières ont été demandés en amont, dans la fenêtre "Titre et Options".

## B.2.5. Procédure globale de définition d'un nouveau projet

Ce paragraphe résume la procédure à suivre pour définir les données, effectuer le calcul et visualiser les résultats d'un projet K-Réa :

1. Lancer K-Réa et sélectionner le type de licence à utiliser : Monoposte, Réseau ou Démonstration. Le mode Démonstration donne accès à l'ensemble des fonctions de K-Réa mais ne permet pas de lancer le calcul ;
2. Cliquer sur  ;
3. Choisir **Nouveau Projet** ;
4. Dans la boîte de dialogue **Titre et Options**, définir le type de projet (**Ecran Simple** ou **Double-Ecran**) et compléter les options générales du projet. Si besoin, activer la prise en compte des effets de 2<sup>nd</sup> ordre, les vérifications ELU et définir les paramètres correspondants. Cliquer ensuite sur  ;
5. Enregistrer le projet à l'emplacement de votre choix.

Si un projet Ecran Simple a été sélectionné :

6. Dans la boîte de dialogue **Définition des couches de sol**, définir les paramètres des différentes couches de sol en vous aidant des assistants disponibles. Il est possible d'importer ces données via la base de données générale des sols ou à l'inverse de les enregistrer dans la base de données, puis cliquer sur :  ;
7. Dans la boîte de dialogue **Définition de l'écran**, définir les caractéristiques de l'écran en vous aidant de l'assistant, puis cliquer sur :  ;
8. Appliquer les actions de la phase initiale par l'intermédiaire du cadre **Choix des actions**. Dès que l'action est entièrement et correctement définie, sa représentation graphique apparaît dans l'onglet de gestion du phasage. En même temps, l'action se trouve affectée d'une coche verte  qui remplace la croix rouge  , l'onglet de la phase associée suit le même comportement si toutes les actions sont bien définies ;
9. Cliquer sur l'onglet  dans le cadre de gestion du phasage pour ajouter une phase. Appliquer les actions souhaitées de la nouvelle phase par l'intermédiaire du cadre **Choix des actions** ;
10. Répéter l'étape précédente jusqu'à la réalisation de la phase finale ;
11. Lancer les calculs en cliquant sur le bouton **Calculer**  de la barre des boutons ;
12. Enfin, cliquer sur le bouton **Résultats**  dans la barre des boutons pour consulter les résultats. Ces derniers sont composés d'une synthèse, d'enveloppes et de résultats détaillés par phase. Si les vérifications ELU ont été activées dans « Titre et Options », les résultats de ces vérifications sont également accessibles via le bouton .

Si un projet Double-Ecran a été sélectionné :

Le principe est le même que pour un projet Ecran Simple. Par convention ;

- l'écran 1 correspond à l'écran de gauche, ses actions s'affichent en noir dans le cadre de définition des actions ;
- l'écran 2 correspond à l'écran de droite, ses actions s'affichent en bleu dans le cadre de définition des actions.

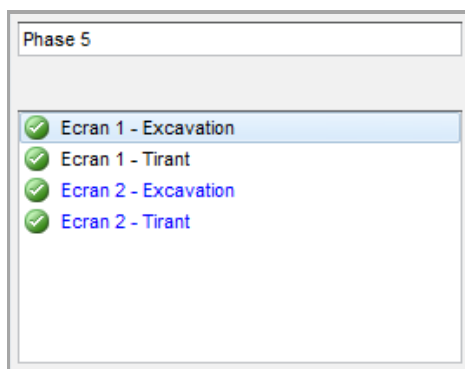
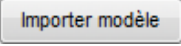
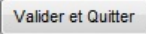
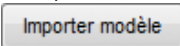
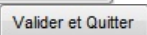





Figure B 16 : Projet double-écran : Liste d'actions

6. Dans la boîte de dialogue **Définition des couches de sol**, renseigner les paramètres du modèle de sol au droit de l'écran 1 en vous aidant des assistants disponibles. Il est possible d'importer ces données via la base de données générale des sols ou à l'inverse de les enregistrer dans la base de données ;
7. Choisir l'onglet « Ecran 2 », définir le modèle de sol de l'écran 2 en réitérant la même démarche suivie pour l'écran 1 ou bien cliquer sur  pour importer le modèle de sol de l'écran 1, puis cliquer sur  ;
8. Dans la boîte de dialogue **Définition de l'écran**, définir les caractéristiques de l'écran 1 en vous aidant de l'assistant si besoin ;
9. Choisir l'onglet « Ecran 2 », faire de même que pour la définition des caractéristiques de l'écran 1 ou cliquer sur  pour importer les propriétés de l'écran 1 vers celles de l'écran 2, puis cliquer sur  ;
10. La gestion du phasage suit la même procédure que pour un écran simple (ajouter une phase en cliquant sur l'onglet ). La seule différence réside dans la définition des actions dont chacune nécessite en plus d'être affectée à l'un des deux écrans ;
11. Lancer les calculs en cliquant sur le bouton **Calculer**  dans la barre des boutons ;
12. Enfin, cliquer sur le bouton **Résultats**  dans la barre des boutons pour consulter les résultats. Il est possible sur chacun des onglets de la fenêtre des résultats de basculer entre les résultats de l'écran 1 et ceux de l'écran 2.

Cette procédure résumée est détaillée à la fois dans la suite du document et au travers des tutoriels fournis dans la partie D du manuel.

### B.2.6. Fonctionnement de l'updater

Par défaut, le raccourci K-Réa mis en place lors de l'installation initiale du logiciel lance **K-Réa (TerrasolUpdater)**.

L'Updater permet la mise à jour automatique du logiciel K-Réa. L'utilitaire TerrasolUpdater se connecte automatiquement à un serveur de mises à jour pour vérifier si une nouvelle version du logiciel K-Réa est disponible. Si tel est le cas, il propose à l'utilisateur de mettre à jour son logiciel, celui-ci peut alors accepter ou refuser.

- S'il accepte, l'Updater télécharge et installe la mise à jour, puis lance automatiquement le logiciel K-Réa ;
- S'il refuse, l'Updater n'installe aucune mise à jour et lance automatiquement le logiciel K-Réa.

Enfin, si aucune nouvelle mise à jour n'est disponible, l'Updater lance automatiquement le logiciel K-Réa.

Dans le cas où un utilisateur a plusieurs mises à jour de retard lors du lancement de l'Updater, elles lui sont toutes successivement proposées. S'il refuse une mise à jour donnée « n », celles suivantes (n+1, etc.) ne sont pas proposées, jusqu'à ce que la mise à jour « n » ait été effectuée.

Lorsqu'aucune connexion Internet n'est disponible, ou que les différentes passerelles de sécurité empêchent l'accès au serveur de mises à jour, l'Updater ne s'affiche pas et lance directement le logiciel K-Réa.

## B.3. Les données du projet

La définition des données, sauf celles du phasage, se fait via 3 boîtes de dialogue : **Titre et Options**, **Définition des couches de sol** et **Définition de l'écran**, toutes accessibles depuis le menu Données. Une boîte de dialogue supplémentaire, rangée dans le menu Assistants, permet la **Définition des cas de charges**.

Les chapitres B.3.1 à B.3.3 décrivent le fonctionnement des boîtes de dialogue du menu Données en s'appuyant sur le cas d'un projet écran simple.

Le chapitre B.3.4 donne les particularités de saisie propres aux projets double-écran.

Le chapitre B.3.5 est consacré à la définition des combinaisons de charges.

### B.3.1. Titre et Options

#### B.3.1.1. Options générales

Les options générales du projet sont à définir dans la boîte de dialogue **Titres et Options** accessible depuis le menu **Données**.

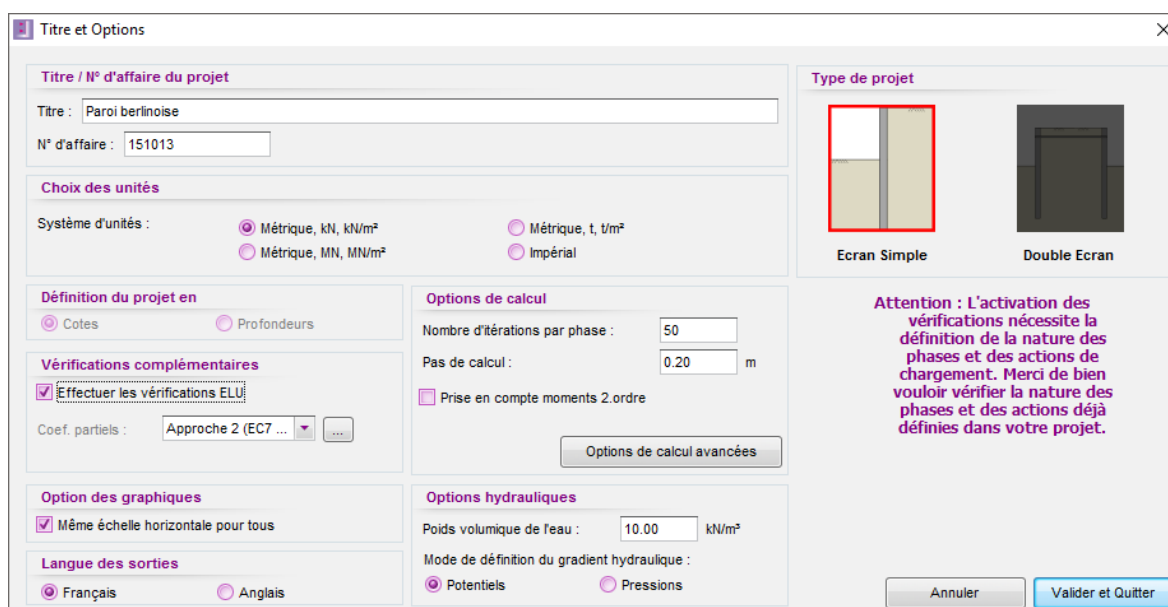


Figure B 17 : Boîte de dialogue « Titre et Options » (projet écran simple)

Cette boîte de dialogue est découpée en cadres qui sont présentés ci-dessous :

- **Titre / N° d'affaire** : cette zone est réservée à la définition d'un titre et d'une référence du projet (le remplissage n'est pas obligatoire) ;
- **Choix des unités** : il est possible de travailler en système métrique (kN, MN ou t) ou en système impérial. Les unités choisies sont valables pour les données d'entrée et les résultats. Si les données d'entrée du projet existent déjà, K-Réa convertit ces valeurs vers le nouveau système d'unités ;
- **Définition du projet en** : cette option sert à orienter l'axe vertical vers le haut « Cotes » ou vers le bas « Profondeurs ». Elle est valable pour tous les niveaux du projet et n'est plus modifiable dès que le projet est créé. L'option « Cotes » est cochée par défaut ;

- **Vérifications complémentaires** : ce cadre permet d'activer les vérifications ELU, notamment celles relatives au défaut de butée, d'équilibre vertical et de stabilité du massif d'ancrage (Kranz). Le jeu de coefficients partiels choisi par défaut correspond à l'approche 2/2\* de la norme NF P94-282, les jeux découlant des autres approches de l'Eurocode 7 sont également disponibles. La modification d'un jeu existant ou la création d'un jeu personnalisé est faisable en cliquant sur le bouton situé à droite de la liste déroulante [...] (cf. chapitre B.3.1.2) ;

Ces vérifications sont accessibles aussi bien pour les projets écran simple que pour les projets double-écran.

- **Options de calcul** : dans ce cadre, il est possible de tenir en compte des effets de 2nd ordre (cf. Partie C du manuel) en cochant simplement la case correspondante (« Prise en compte des effets de 2nd ordre » décochée par défaut). Il est également possible de modifier le nombre maximal d'itérations par phase, pris égal à 100 par défaut, ainsi que le pas de calcul, correspondant au pas de découpage de l'écran, affecté par défaut d'une valeur de 0,20 m (ou 0,66 ft en système impérial).

Dans ce même cadre, un bouton permet d'accéder aux options de calcul avancées dont le contenu est illustré sur la figure suivante.

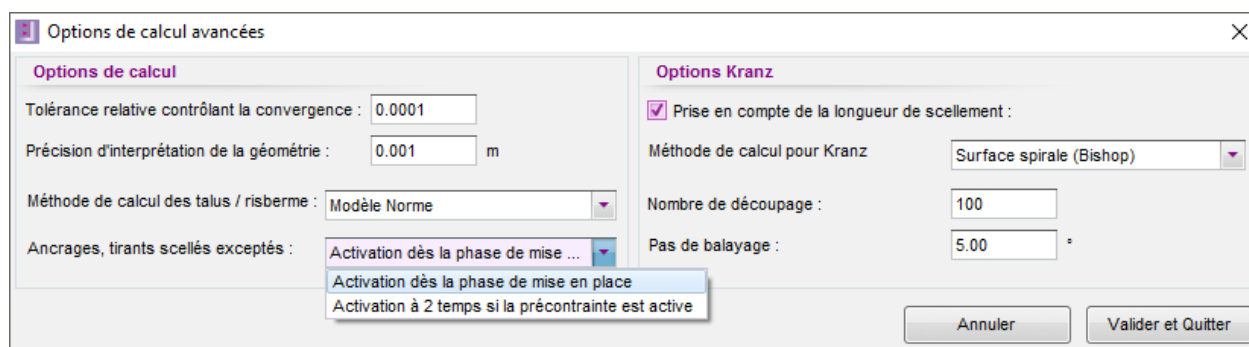


Figure B 18 : Boîte de dialogue « Options de calcul avancées »

Le cadre « Options de calcul » permet de préciser les éléments suivants :

- La tolérance relative contrôlant la convergence, égale par défaut à  $10^{-4}$  ;
- La précision d'interprétation de la géométrie (en m), égale par défaut à  $10^{-3}$  m, soit un mm ;
- Le choix de la méthode de calcul des talus et des risbermes :
  - Surcharges équivalentes : l'effet d'un talus ou d'une risberme est simulé par une superposition de surcharges équivalentes à leur poids. Cette approche n'est pas conseillée, conformément à la norme NF P94-282 ;
  - Modèle norme : l'effet d'un talus ou d'une risberme est simulé conformément aux approches proposées dans l'annexe D de la norme NF P94-282 ;
  - Calcul à la rupture (mécanisme plan) : l'effet d'un talus ou d'une risberme vis-à-vis des diagrammes de poussée/butée limite est estimé par la méthode cinématique du calcul à la rupture à partir en considérant une cinématique de rupture plane ;
  - Calcul à la rupture (mécanisme en arc de spirale) : l'effet d'un talus ou d'une risberme vis-à-vis des diagrammes de poussée/butée limite est estimé par la méthode cinématique du calcul à la rupture à partir en considérant une cinématique de rupture rotationnelle avec des arcs de spirale.



- Mode de travail des ancrages (tirants scellés exceptés) : il est possible de choisir entre un travail dès la phase d'activation ou un travail uniquement à partir de la phase suivante (seule alors la précontrainte est prise en compte dans la phase d'activation). Ce choix s'applique à tous les ancrages qui seront définis dans le projet (cf. partie C du Manuel pour les différences théoriques liées à ces deux options) ;
- Méthode de référence pour le recalcul de  $k_a/k_p$  : à choisir parmi les trois méthodes disponibles : Kérisel (correspondant aux tables de Kérisel et Absi), Coulomb et Rankine.  
Commentaire : En fonction du paramètre appliqué sur la tangente de l'angle de frottement ( $\gamma_{\varphi'}$ , voir §28B.3.1.2), il se peut que la valeur de calcul de l'angle de frottement soit différente de sa valeur caractéristique définie par l'utilisateur. Dans ce cas-là, les valeurs de  $k_a/k_p$  seront recalculées automatiquement par le moteur de calcul. L'option ci-dessus permet de fixer la méthode de recalcule de ces paramètres.

Le cadre « Options Kranz » définit le paramétrage de la vérification de la stabilité du massif d'ancrage (Kranz) :

- Prise en compte de la longueur de scellement dans le calcul de l'effort d'ancrage équivalent pour un écran ancré par plusieurs tirants. Cette option est activée par défaut.
- Choix de la méthode de calcul pour l'examen de l'équilibre limite du massif d'ancrage : méthode des tranches (Bishop) avec un choix entre Surface plane ou Surface spirale, ou méthode du Calcul à la rupture avec surface de rupture multispirale.

Les aspects théoriques liés à ces options sont détaillés dans la partie C du manuel.

- **Option des graphiques** : en cochant la case « Même échelle pour tous », une échelle commune est affectée à tous les graphiques présentant le même type de résultat. Cette case est décochée par défaut.
- **Langue des sorties** : ces boutons permettent de sélectionner la langue utilisée pour l'impression du projet. La langue par défaut correspond à celle que l'utilisateur a choisie à l'ouverture de K-Réa. Si une langue différente est choisie en cours de définition du projet, seule l'impression du projet sera affectée et non pas l'interface.
- **Options hydrauliques** : ce cadre sert à la déclaration du poids volumique de l'eau et au choix du mode de définition du gradient hydraulique (Potentiels ou Pressions). Par défaut, le poids volumique de l'eau est pris égal à 10 kN/m<sup>3</sup> (0,0624 kcf en système impérial) et le gradient hydraulique est défini en termes de potentiels hydrauliques.
- **Type de projet** : ce cadre est réservé au choix du type de projet (Ecran Simple ou un Double-Ecran) en sélectionnant l'icône correspondante. Si un projet double-écran est sélectionné, K-Réa demande de saisir la distance entre les deux écrans, dans le cadre **Options double écran**. Ce chapitre étant consacré au cas d'écran simple, il faut se référer au chapitre B.3.4 pour les particularités liées aux projets double-écran.

### B.3.1.2. Boîte de dialogue de définition des coefficients partiels

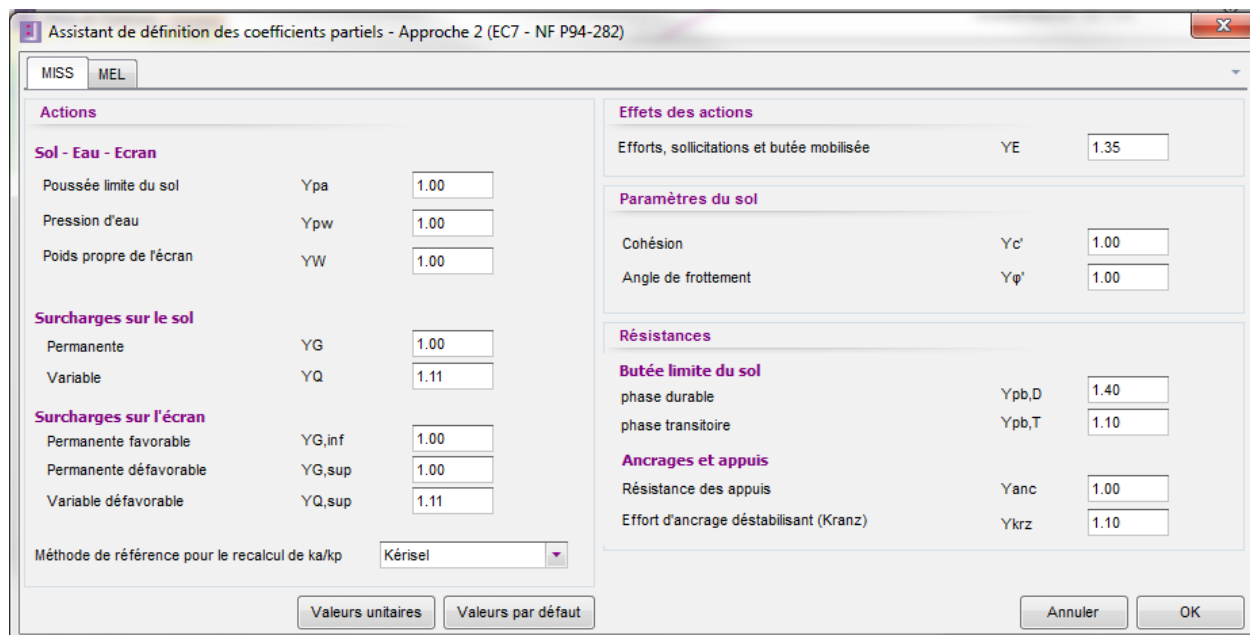

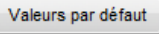


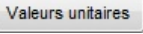
Figure B 19 : Boîte de dialogue de définition des coefficients partiels

Cette fenêtre permet de visualiser et modifier les coefficients partiels de sécurité/pondération utilisés dans les calculs et vérifications aux ELU. Deux jeux de paramètres sont disponibles,

regroupés chacun dans un onglet , un correspond au calcul MISS et l'autre est relatif au MEL. Certains paramètres sont communs entre ces jeux de paramètres, ils sont modifiables dans l'onglet MISS et uniquement visualisables dans l'onglet MEL.

Les valeurs proposées par défaut sont celles issues de l'une des approches (1, 2 ou 3) de l'Eurocode 7 et de sa norme d'application française NF P94-282. Il est toutefois possible de les modifier pour les adapter à l'application d'autres références réglementaires.

Le bouton  permet de réinitialiser les coefficients avec les valeurs correspondant à l'approche choisie dans la liste déroulante « Coef. Partiels » qui est d'ailleurs récapitulée dans le titre de la fenêtre de l'assistant.

Le bouton  permet d'affecter une valeur de 1,0 à tous les coefficients. De cette manière, il est possible d'effectuer les vérifications sans appliquer de pondérations.

La définition des différents coefficients est présentée ci-dessous :

#### Actions et effet des actions :

- **Sol – Eau – Ecran** : coefficients appliqués aux poussées limites du sol ( $\gamma_{pa}$ ), aux pressions d'eau ( $\gamma_{pw}$ ), ainsi qu'au poids propre de l'écran ( $\gamma_w$ ) ;
- **Surcharges sur le sol** : coefficients appliqués aux surcharges agissant sur le sol en fonction de leur nature (permanente  $\gamma_G$  / variable  $\gamma_Q$ ) ;
- **Surcharges sur l'écran** : coefficients appliqués aux surcharges s'appliquant directement sur l'écran en fonction de sa nature (permanente/variable) et de leur caractère (favorable/défavorable). Plusieurs combinaisons possibles : permanente favorable ( $\gamma_{G,inf}$ ), permanente défavorable ( $\gamma_{G,sup}$ ) et variable défavorable ( $\gamma_{Q,sup}$ ) ;
- **Effet des actions** ( $\gamma_E$ ) : coefficient appliqué sur les efforts, les sollicitations et sur la butée mobilisée.

### Paramètres de résistance :

- $\gamma_{c'}$  : appliqué sur la cohésion des couches de sol ;
- $\gamma_{\varphi'}$  : appliqué sur la tangente de l'angle de frottement des couches de sol.

### Résistances :

- $\gamma_{pb,D}$  et  $\gamma_{pb,T}$  : appliqués sur la pression limite de butée du sol en fonction de la nature de la phase (durable ou transitoire respectivement) ;
- $\gamma_{anc}$  : appliqué sur la résistance des ancrages ;
- $\gamma_{krz}$  : appliqué sur l'effort d'ancrage déstabilisant lors de la vérification de la stabilité du massif d'ancrage (Kranz).

Les coefficients  $\gamma_{anc}$  et  $\gamma_{krz}$  sont applicables exclusivement dans le cadre d'un calcul de type MISS.

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble de valeurs par défaut proposées pour le modèle MISS pour chaque approche de calcul :

Catégorie	Coefficient partiel	Symbole	Approche			
			1.1	1.2	2/2*( <sup>1</sup> )	3
Sol-Eau-Ecran	Poussée limite du sol	$\gamma_{Pa}$	1.35	1.00	1.00	1.00
	Pression d'eau	$\gamma_{Pw}$	1.35	1.00	1.00	1.00
	Poids propre de l'écran	$\gamma_w$	1.35	1.00	1.00	1.00
Surcharge sur le sol	Permanente	$\gamma_G$	1.00	1.00	1.00	1.00
	Variable	$\gamma_Q$	1.11	1.30	1.11	1.30
Surcharge sur l'écran	Permanente favorable	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00	1.00
	Permanente défavorable	$\gamma_{G,sup}$	1.35	1.00	1.00	1.35
	Variable défavorable	$\gamma_{Q,inf}$	1.50	1.30	1.11	1.50
Effets des actions		$\gamma_E$	1.00	1.00	1.35	1.00
Paramètres de sol	Cohésion	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
	Angle de frottement	$\gamma_{\varphi'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Résistances	Butée limite du sol – Phase durable	$\gamma_{pb,D}$	1.00	1.00	1.40	1.00
	Butée limite du sol – Phase transitoire	$\gamma_{pb,T}$	1.00	1.00	1.10	1.00
	Résistance des appuis	$\gamma_{anc}$	1.10	1.10	1.00	1.00
	Effort d'ancrage déstabilisant (Kranz)	$\gamma_{krz}$	1.00	1.00	1.10	1.00

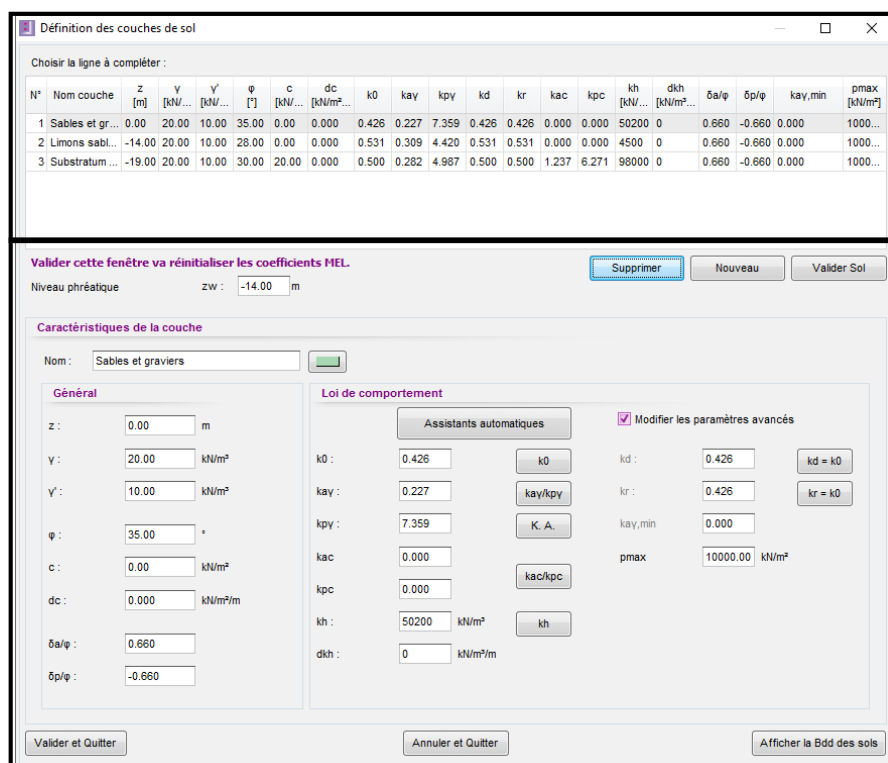
Tableau 1. Valeurs par défaut des jeux de coefficients partiels proposés dans l'Eurocode 7

(<sup>1</sup>) Le modèle 2\* est uniquement valable pour la méthode MISS (voir partie C du manuel pour plus de détail et en particulier pour les valeurs proposées pour le modèle MEL).

## B.3.2. Définition des couches de sol

### B.3.2.1. Boîte de dialogue de définition des caractéristiques des sols

Cette boîte de dialogue est accessible en cliquant sur le menu **Données** puis sur **Définition des couches de sol**. Elle sert à définir, pour chaque écran, les paramètres intrinsèques ainsi que les caractéristiques définissant l'interaction sol-écran (loi de comportement).



Choisir la ligne à compléter :

N°	Nom couche	z [m]	Y [kN/m²]	Y' [kN/m²]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²]	dkh [kN/m²/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	pmax [kN/m²]
1	Sables et gr...	0.00	20.00	10.00	35.00	0.00	0.000	0.426	0.227	7.359	0.426	0.426	0.000	0.000	50200	0	0.660	-0.660	0.000	1000...
2	Limons sabl...	-14.00	20.00	10.00	28.00	0.00	0.000	0.531	0.309	4.420	0.531	0.000	0.000	4500	0	0.660	-0.660	0.000	1000...	
3	Substratum ...	-19.00	20.00	10.00	30.00	20.00	0.000	0.500	0.282	4.987	0.500	0.500	1.237	6.271	98000	0	0.660	-0.660	0.000	1000...

Valider cette fenêtre va réinitialiser les coefficients MEL.

Niveau phréatique zw : -14.00 m

Supprimer Nouveau Valider Sol

Caractéristiques de la couche

Nom : Sables et graviers

Général

z : 0.00 m

Y : 20.00 kN/m²

Y' : 10.00 kN/m²

φ : 35.00 °

c : 0.00 kN/m²

dc : 0.000 kN/m²/m

δa/φ : 0.660

δp/φ : -0.660

Loi de comportement

Assistants automatiques

Modifier les paramètres avancés

k0 : 0.426 kd : 0.426 kd = k0

kay : 0.227 kay/kpy kr : 0.426 kr = k0

kpy : 7.359 K. A. kay,min : 0.000

kac : 0.000 kac/kpc pmax : 10000.00 kN/m²

kpc : 0.000 kh : 50200 kN/m²

dkh : 0 kN/m²/m



Valider et Quitter Annuler et Quitter Afficher la Bdd des sols

Tableau de  
synthèse et de  
sélection des  
données

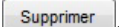
Cadre de saisie

Figure B 20 : Boîte de dialogue des caractéristiques des couches de sol

La boîte de dialogue est divisée en deux parties. En haut, un tableau de synthèse affiche la totalité de données et permet de sélectionner une couche. En bas, un cadre de saisie permet de définir ou de modifier les caractéristiques de la couche sélectionnée dans le tableau de synthèse, ainsi que d'accéder à la Base de Données des Sols en cliquant sur **Afficher la Bdd des sols**.

La base de données (BDD) des sols permet de garder en mémoire une couche de sol et ses caractéristiques. Celles-ci pourront ainsi être réutilisées pour définir une nouvelle couche de sol. Pour enregistrer une couche de sol, après avoir validé le sol dans le tableau de synthèse, cliquer sur **Afficher la Bdd des sols**, puis sur la flèche violette  orientée vers la droite. A l'inverse, si on veut utiliser une couche en mémoire, cliquer sur **Afficher la Bdd des sols**, puis sélectionner la couche recherchée en cliquant dessus, enfin cliquer sur la flèche violette  orientée vers la gauche. Il est possible d'effacer une couche en mémoire en la sélectionnant, puis en cliquant sur la corbeille située sous la liste.

Lorsque la saisie d'une couche est terminée, cliquer sur le tableau de synthèse dans la partie supérieure pour la valider ou sur le bouton **Valider Sol**, puis cliquer sur **Nouveau** pour commencer la saisie d'une nouvelle couche ou bien sur **Valider et Quitter** pour terminer la saisie de l'ensemble des couches. Les couches de sol sont réordonnées automatiquement en

fonction de son niveau supérieur ( $z$ ). Une couche de sol peut être supprimée en cliquant sur .

Dans la zone de saisie, il convient tout d'abord de renseigner  $z_w$  : niveau initial du toit de la nappe phréatique (m, ft). Ce niveau est commun pour toutes les couches de sol qui seront définies au droit de l'écran concerné.

Dans les autres cases, il faut ensuite définir les caractéristiques des couches de sol en commençant par la couche supérieure :

- Nom de la couche de sol ;
- Couleur affectée à la couche de sol : un simple clic sur la couleur associée à la couche de sol affiche la boîte de dialogue de choix des couleurs (cf. chapitre B.3.2.5).

#### Cadre Général :

- $z$  : niveau du toit de la couche (m, ft) ;
- $\gamma$  : poids volumique humide (caractérisant le sol situé au-dessus de la nappe) ( $\text{kN/m}^3$ , kcf) ;
- $\gamma'$  : poids volumique déjaugé (caractérisant le sol situé en-dessous de la nappe) ( $\text{kN/m}^3$ , kcf) ;
- $\phi$  : angle de frottement interne ( $^\circ$ ) ;
- $c$  : cohésion ( $\text{kN/m}^2$ , ksf) ;
- $dc$  : variation de la cohésion par unité de profondeur dans la couche – la référence étant le toit initial de la couche ( $\text{kN/m}^2/\text{m}$ , ksf/ft) ;
- $\delta_a/\phi$  : obliquité des contraintes de poussée limite (rapport entre l'inclinaison des pressions actives et de l'angle de frottement interne) ;
- $\delta_p/\phi$  : obliquité des contraintes de butée limite (rapport entre l'inclinaison des pressions passives et de l'angle de frottement interne).

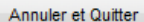
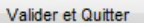
#### Loi de comportement :

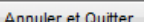
- $k_0$  : coefficient de poussée horizontale des terres au repos ;
- $k_{ay}$  : coefficient de poussée horizontale des terres ;
- $k_{py}$  : coefficient de butée horizontale des terres ;
- $k_{ac}$  : coefficient de poussée horizontale appliqué à la cohésion ;
- $k_{pc}$  : coefficient de butée horizontale appliqué à la cohésion ;
- $k_h$  : coefficient de réaction horizontale du sol ( $\text{kN/m}^2/\text{ml}$ , ksf/lft) ;
- $dk_h$  : variation du coefficient de réaction horizontale par unité de profondeur dans la couche – la référence étant le toit initial de la couche ( $\text{kN/m}^2/\text{m/ml}$ , ksf/ft/lft) ;
- $k_d$  : coefficient de décompression des terres ;
- $k_r$  : coefficient de recompression des terres ;
- $k_{ay,min}$  : coefficient de poussée minimale (horizontale) ;
- $p_{max}$  : pression limite à ne pas dépasser ( $\text{kN/m/ml}$ , kip/lft).

Une case à cocher permet d'activer les paramètres avancés ( $dc$ ,  $dk_h$ ,  $k_d$ ,  $k_r$ ,  $k_{ay,min}$  et  $p_{max}$ ) afin de pouvoir les modifier. Lorsque cette case est décochée, ces paramètres prennent les valeurs par défaut suivantes :

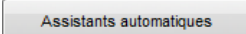
- $dc = 0$  ( $\text{kN/m}^2/\text{m}$ , ksf/ft) ;
- $dk_h = 0$  ( $\text{kN/m}^2/\text{m/ml}$ , ksf/ft/lft) ;

- $k_d = k_0$  ;
- $k_r = k_0$  ;
- $k_{ay,min} = 0,10$  ;
- $p_{max} = 10^4$  (kN/m/ml, kip/lft).

Deux boutons supplémentaires sont accessibles sous le cadre des caractéristiques des sols. Le bouton  annule les modifications opérées et ferme la boîte de dialogue, alors que le bouton  enregistre les dernières saisies avant de fermer la fenêtre.

Attention : la fermeture des boîtes de dialogue par un clic sur la croix en haut à droite de la fenêtre entraînera la fermeture de celles-ci sans enregistrement des modifications effectuées (équivalent à un clic sur le bouton ).

Des assistants pour la détermination des différents coefficients sont disponibles et accessibles via les boutons situés sur la boîte de dialogue.

Un clic sur le bouton  permet de calculer en une seule fois les valeurs des coefficients  $k_0$ ,  $k_{ay}$ ,  $k_{py}$ ,  $k_d$ ,  $k_r$ ,  $k_{ac}$  et  $k_{pc}$  selon les choix suivants :

- $k_0$  : formule de Jaky pour un sol horizontal normalement consolidé (ROC « rapport de surconsolidation » = 1 et  $\beta$  « inclinaison du TN » =  $0^\circ$ ) ;
- $k_{ay}$  : assistant Kerisel et Absi – Poussée, milieu pesant, sans cohésion, sans surcharge pour un écran vertical et un sol horizontal ( $\lambda$  « obliquité de l'écran » =  $0^\circ$  et  $\beta$  « inclinaison du TN » =  $0^\circ$ ) ;
- $k_{py}$  : assistant Kerisel et Absi – Butée, milieu pesant, sans cohésion, sans surcharge pour un écran vertical et un sol horizontal ( $\lambda$  « obliquité de l'écran » =  $0^\circ$  et  $\beta$  « inclinaison du TN » =  $0^\circ$ ) ;
- $k_d = k_r = k_0$  ;
- Si la cohésion est nulle, alors :  $k_{ac} = k_{pc} = 0$  ;
- Si la cohésion est non nulle :  $k_{ac}$  et  $k_{pc}$  sont obtenus grâce à l'assistant correspondant (aucune valeur à renseigner, tout est déjà connu pour cet assistant)

Le bouton situé à côté de chaque coefficient permet d'accéder à l'assistant correspondant pour une définition manuelle des paramètres de la loi de comportement.

L'ensemble des assistants sont décrits dans les chapitres suivants.

Ces assistants sont accessibles via :

- La définition initiale des couches de sol ;
- L'action de définition d'un remblai (cf. chapitre B.5.2.2) ;
- L'action de redéfinition des couches de sols (cf. chapitre 74B.5.3.1) ;
- L'action de définition des coefficients MEL (cf. chapitre B.5.7.1) ;
- ou indépendamment du projet en cours, via le menu **Assistants**.

**ATTENTION** : LES ASSISTANTS SONT UNE AIDE APPORTÉE À L'UTILISATEUR MAIS LEUR UTILISATION RESTE DE LA RESPONSABILITÉ DE L'UTILISATEUR.



### B.3.2.2. Assistants à la détermination des coefficients de poussée et butée des terres

L'assistant  $k_{ay}/k_{py}$  calcule les valeurs des coefficients de poussée et de butée par l'une des trois méthodes proposées :

- la lecture des tables de Kerisel & Absi
- la méthode du coin de Coulomb
- la formule de Rankine

Les bases théoriques utilisées par ces assistants sont détaillées dans la partie C du manuel. Seule leur manipulation est décrite dans la suite du présent chapitre.

#### a) Tables de poussée et de butée des terres de KERISEL et ABSI

Cet assistant se présente sous la forme d'une boîte de dialogue comme illustrée ci-dessous. Elle est composée d'une partie de consultation libre (côté droit) et d'une partie de paramétrage pour la détermination des coefficients par interpolation (l'assistant proprement dit – côté gauche).

Les valeurs de l'angle de frottement et celles des obliquités saisies dans la boîte de définition des caractéristiques des couches de sol sont récupérées automatiquement.

Figure B 21 : Tables de poussée et de butée des terres de Kerisel et Absi

Il convient de sélectionner le type de tables à consulter dans la liste déroulante en haut de l'écran :

Le contenu du cadre « Consultation des tables » (à droite) se met à jour en fonction du type de tables sélectionné.

Dans le cadre "Assistant", saisir les données nécessaires à la détermination du coefficient (de poussée ou de butée) dans le cadre de saisie situé en haut à gauche de la fenêtre :

- $\lambda$  : fruit du mur (i.e. angle de l'écran avec la verticale) - 0° par défaut (°) ;
- $\varphi$  : angle de frottement du sol (°) ;
- $\beta/\varphi$  : inclinaison de la surface libre du sol normalisée par  $\varphi$  ;
- $\delta/\varphi$  : obliquité des contraintes par rapport à la normale à l'écran normalisée par  $\varphi$  ;
- $\alpha$  : obliquité de la surcharge sur la surface libre (°) ;
- $\Omega$  : angle que fait la surface libre avec l'écran ( $= \pi/2 + \beta - \lambda$ ) (°).

La valeur retenue correspondant aux données saisies est affichée en bas du cadre interactif, avec en complément la valeur ramenée à l'horizontale qui est celle utilisée dans les calculs.

Cette valeur peut être ensuite transférée vers les données de la couche en cours de saisie en utilisant le bouton **Transférer**. Pour fermer l'assistant, cliquer sur **Quitter**.

**Remarque 1** : Le bouton de transfert n'autorise que les valeurs calculées avec un fruit de mur nul ( $\lambda=0$ ) pour respecter la méthode de calcul aux coefficients de réaction. Les valeurs calculées avec un fruit non nul ( $\lambda \neq 0$ ) sont consultables mais non directement utilisables avec la méthode de calcul, c'est pour cela qu'il n'est pas possible de les transférer vers le projet.

**Remarque 2** : K-Réa effectue une interpolation linéaire pour les valeurs qui ne sont pas fournies dans les tables.

**ATTENTION** : LES ASSISTANTS SONT UNE AIDE APPORTÉE A L'UTILISATEUR MAIS LEUR UTILISATION RESTE DE LA RESPONSABILITÉ DE L'UTILISATEUR.

## b) Formule de poussée et de butée des terres de COULOMB

Cet assistant se présente sous la forme d'une boîte de dialogue comme illustrée ci-dessous :

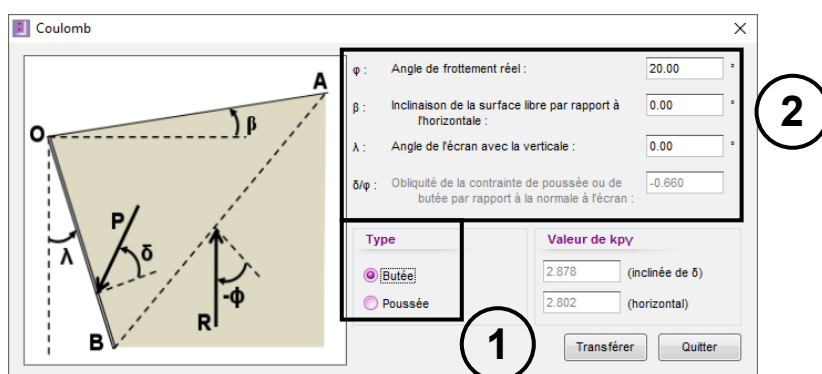


Figure B 22 : Calcul des coefficients de poussée par la méthode du coin de Coulomb

Les valeurs de l'angle de frottement et celles des obliquités saisies dans la boîte de définition des caractéristiques des couches de sol sont récupérées automatiquement.

1) Sélectionner le type de calcul :

- Poussée ;
- Butée.

2) Saisir les données nécessaires au calcul :

- $\varphi$  : angle de frottement ( $^{\circ}$ ) ;
- $\beta$  : inclinaison de la surface libre par rapport à l'horizontale ( $^{\circ}$ ) ;
- $\lambda$  : angle de l'écran avec la verticale –  $0^{\circ}$  par défaut ( $^{\circ}$ ) ;
- $\delta/\varphi$  : rapport entre l'obliquité des contraintes et l'angle de frottement.

Les valeurs calculées (inclinaison et ramenées à l'horizontale) sont affichées en bas à droite de la fenêtre. Ces dernières peuvent être transférées vers les données de la couche en cours de saisie en cliquant sur le bouton **Transférer**. Pour fermer l'assistant, cliquer sur **Quitter**.

**Remarque 1** : Le bouton de transfert n'autorise que les valeurs calculées avec un fruit de mur nul ( $\lambda=0$ ) pour respecter la méthode de calcul aux coefficients de réaction. Les valeurs calculées avec un fruit non nul ( $\lambda \neq 0$ ) sont consultables mais non directement utilisables avec la méthode de calcul, c'est pour cela qu'il n'est pas possible de les transférer vers le projet.

**ATTENTION** : LES ASSISTANTS SONT UNE AIDE APPOREE A L'UTILISATEUR MAIS LEUR UTILISATION RESTE DE LA RESPONSABILITE DE L'UTILISATEUR.

### c) Formule de poussée et de butée des terres de RANKINE

Cet assistant se présente sous la forme d'une boîte de dialogue comme illustrée ci-dessous :

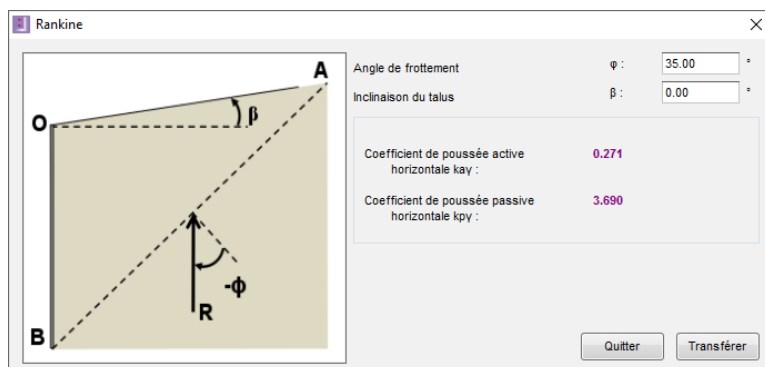


Figure B 23 : Calcul des coefficients de poussée par la méthode de Rankine

La saisie des valeurs de l'angle de frottement  $\varphi$  et de l'inclinaison du talus  $\beta$  suffit pour le calcul des coefficients de poussée active (poussée) et passive (butée) à partir de la formule de Rankine. Leurs projections horizontales s'affichent en partie basse de la fenêtre.

**Remarque** : l'assistant récupère automatiquement la valeur de l'angle de frottement saisie dans la boîte de définition des caractéristiques des couches de sols.

Ces valeurs peuvent ensuite être transférées vers les données de la couche en cours de saisie en cliquant sur le bouton **Transférer**. Pour fermer l'assistant, cliquer sur **Quitter**.

**ATTENTION** : LES ASSISTANTS SONT UNE AIDE APPOREE A L'UTILISATEUR MAIS LEUR UTILISATION RESTE DE LA RESPONSABILITE DE L'UTILISATEUR.

### B.3.2.3. Assistant de détermination des coefficients $k_{ac}$ et $k_{pc}$

Cet assistant propose une méthode de calcul pour déterminer les coefficients de poussée et de butée appliqués au terme de la cohésion.

Les formules utilisées sont données en partie C du manuel. Seule la manipulation de l'assistant est décrite ci-dessous.

Cet assistant se présente sous la forme de la boîte de dialogue illustrée ci-après :



Figure B 24 : Calcul des coefficients  $k_{ac}/k_{pc}$

Saisir les données nécessaires à ce calcul :

- $\delta a/\phi$  : rapport entre l'obliquité des contraintes de poussée et l'angle de frottement ;
- $\delta p/\phi$  : rapport entre l'obliquité des contraintes de butée et l'angle de frottement ;
- $\phi$  : angle de frottement (°).

**Remarque :** l'assistant récupère automatiquement les valeurs saisies dans la boîte de définition des caractéristiques des couches de sols.

Les valeurs de  $k_{ac}$  et  $k_{pc}$  sont affichées en bas à gauche de la fenêtre.

Ces valeurs peuvent ensuite être transférées vers les données de la couche en cours de saisie en cliquant sur le bouton **Transférer**. Pour fermer l'assistant, cliquer sur **Quitter**.

**ATTENTION :** LES ASSISTANTS SONT UNE AIDE APPORTÉE À L'UTILISATEUR MAIS LEUR UTILISATION RESTE DE LA RESPONSABILITÉ DE L'UTILISATEUR.

### B.3.2.4. Assistants à la détermination du coefficient de réaction

Cet assistant propose trois méthodes pour déterminer le coefficient de réaction : application de la formule de Balay, application de la formule de Schmitt et lecture des abaques de Chadeisson.

Les bases théoriques utilisées pour ces 3 méthodes sont détaillées dans la partie C du manuel. Seule la manipulation de l'assistant est décrite ci-dessous.

L'assistant est présenté sous la forme d'une fenêtre unique contenant en partie haute le choix de la méthode de calcul et le rappel des valeurs déterminées, en partie intermédiaire

les paramètres à saisir pour le calcul, et enfin en partie basse la valeur proposée de  $k_h$  et les commentaires associés à la méthode utilisée.

Une fois saisis les paramètres d'entrée sont saisis, il est possible de transférer la valeur de  $k_h$  retrouvée à l'aide du bouton **Transférer**.

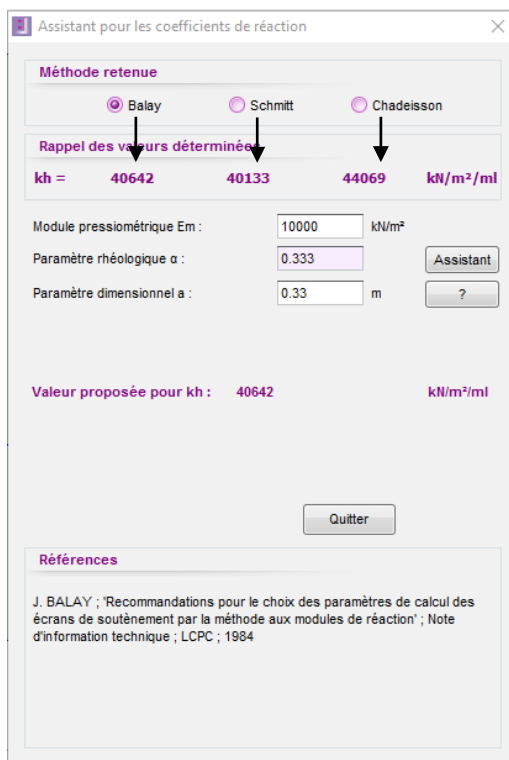


Figure B 25 : Calcul du coefficient de réaction - Méthode de Balay sélectionnée

### a) Formule de BALAY

Il faut entrer comme paramètres :

- $E_m$  : module de déformation pressiométrique ( $\text{kN/m}^2$ , KsF) de la couche de sol
- $\alpha$  : coefficient rhéologique de la couche de sol

Remarque : un assistant est mis à disposition pour la détermination de ce coefficient (consultable par simple clic sur le bouton contigu **Assistant**). Il est extrait du fascicule 62 (LCPC-SETRA).

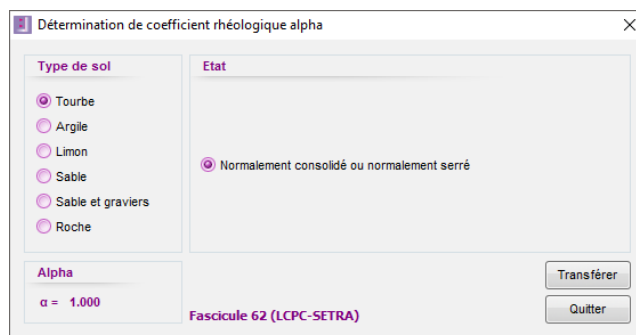


Figure B 26 : Détermination du paramètre rhéologique  $\alpha$

- **a** : paramètre à définir en fonction de la fiche de l'écran, de la hauteur soutenue ainsi que de la position relative de la couche concernée par rapport au fond de l'excavation. La dimension du paramètre « a » est une longueur. Une figure d'aide illustre le choix de ce paramètre (cf. Figure B 27).

Remarque : dans certains cas particuliers (même couche rencontrée de part et d'autre du fond de l'excavation), le choix du paramètre « a » nécessite de distinguer 2 couches de mêmes caractéristiques sauf pour la valeur de  $k_h$ . Cette dernière doit être calculée pour chaque côté de l'écran en affectant la valeur adéquate du paramètre « a ».

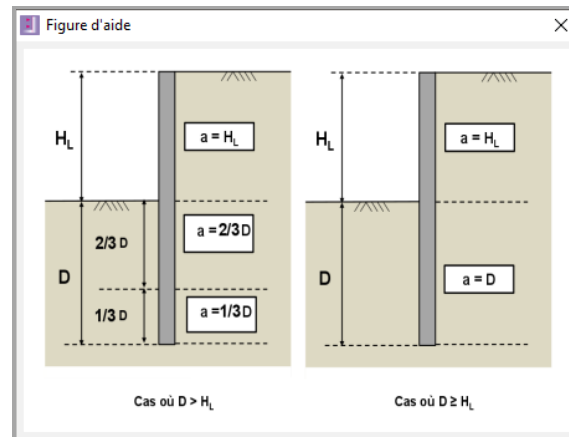


Figure B 27 : Figure d'aide pour la définition du paramètre dimensionnel a

## b) Formule de SCHMITT

Paramètre d'entrée :

- **$E_m$**  : module de déformation pressiométrique de la couche ( $\text{kN/m}^2$ , ksf) ;
- **$\alpha$**  : coefficient rhéologique de la couche. Un assistant est disponible pour déterminer ce paramètre en cliquant sur **Assistant** ;
- **Section** : si le produit EI de l'écran a été déjà renseigné dans la fenêtre **Définition de l'écran**, le paramètre « Section » donne directement accès aux valeurs de EI pour les différentes sections de l'écran. Dans le cas contraire, ce paramètre peut être laissé vide ;
- **EI** : produit d'inertie moyen de l'écran ( $\text{kN.m}^2/\text{ml}$ ,  $\text{kip.ft}^2/\text{lft}$ ).

L'intérêt de cette approche réside dans la prise en compte de la variation du coefficient de réaction avec la rigidité de l'écran : plus celui-ci est rigide, moins le coefficient de réaction est grand, ce qui est bien représentatif de la réalité.

Assistant pour les coefficients de réaction

Méthode retenue

☐ Balay ☒ Schmitt ☐ Chadeisson

Rappel des valeurs déterminées

kh = 40642 40133 44069 kN/m²/ml

Module pressiométrique Em : 8000 kN/m²

Paramètre rhéologique α : 0.333

Section : 41227

Produit Ei moyen de l'écran : 41227 kNm²/ml

Valeur proposée pour kh : 40133 kN/m²/ml

Quitter

Références

P. SCHMITT ; 'Méthode empirique d'évaluation du coefficient de réaction du sol vis-à-vis des ouvrages de soutènement souples' ; RFG n°71 ; 1995

Figure B 28 : Calcul du coefficient de réaction - Méthode de Schmitt sélectionnée

### c) Abaques de CHADEISSON

La lecture des abaques se fait automatiquement après avoir saisi la valeur de la cohésion et celle de l'angle de frottement. Il est possible de vérifier la valeur de  $k_h$  proposée par lecture directe des abaques.

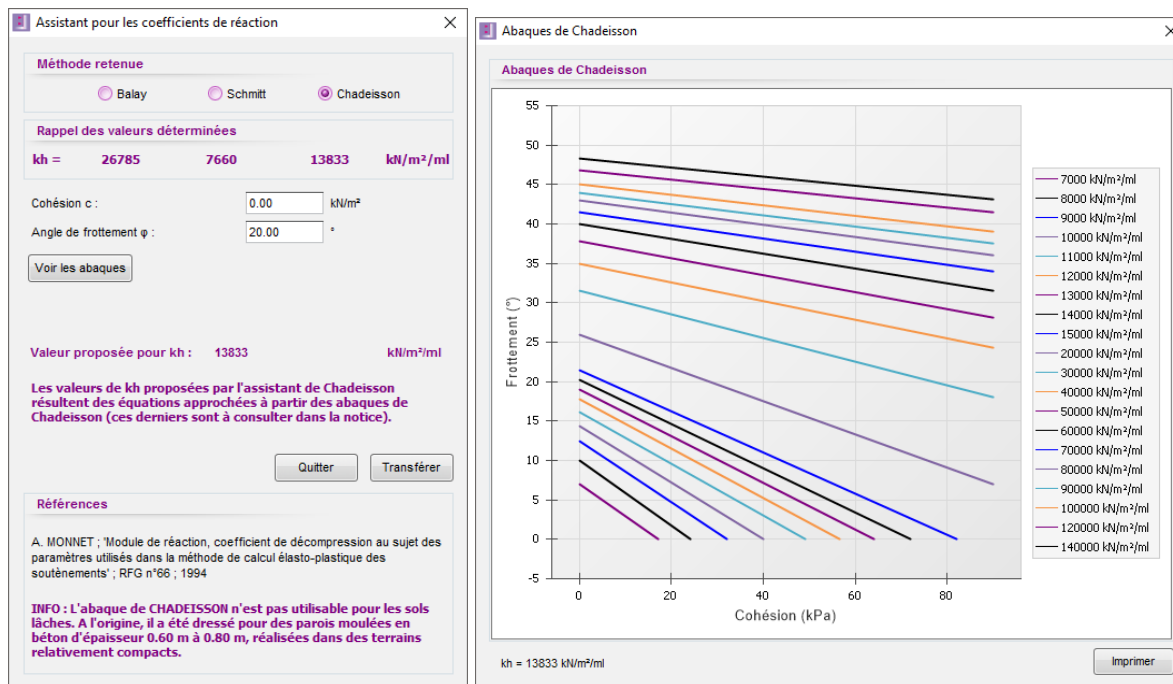


Figure B 29 : Détermination du coefficient de réaction à partir des abaques de Chadeisson

La reconstitution des abaques originaux a été faite de manière approchée. Il peut donc y avoir une très légère différence entre la lecture à l'écran et celle que peut faire l'utilisateur sur le papier.

### B.3.2.5. Couleur des couches

Cet assistant est accessible en ouvrant le menu **Données**, puis **Définition des couches de sol** ainsi que dans l'action **Remblaiement**. Cette action déclenche l'ouverture de la boîte de dialogue de la définition des couches de sol. Il faut ensuite cliquer sur la couleur de couche à modifier pour ouvrir l'assistant « Couleurs ».

Il permet de choisir une couleur autre que celle prise par défaut lors de la création des couches de sol. Si les modifications sont validées, les couches de sol s'afficheront avec les nouvelles couleurs sur la coupe de projet.

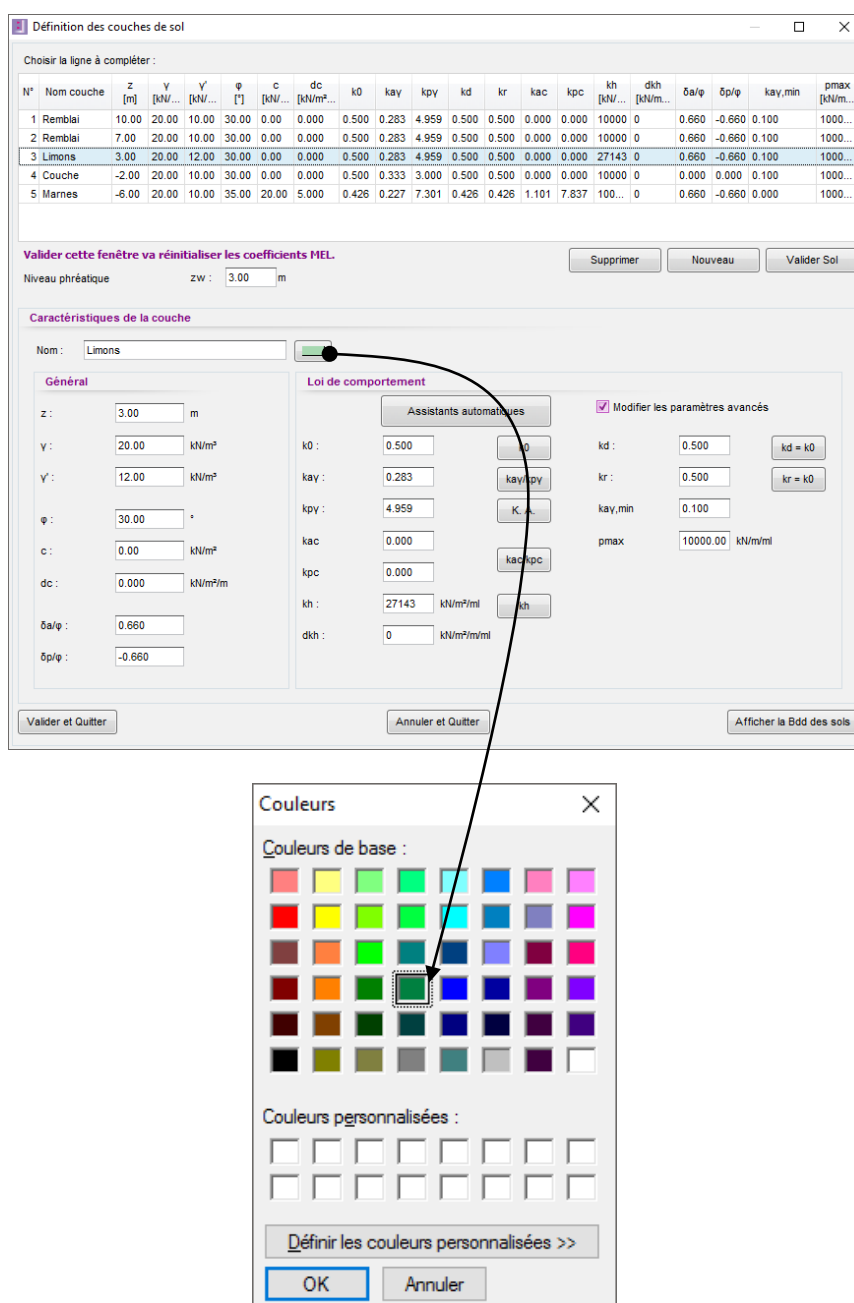


Figure B 30 : Choix des couleurs pour les couches de sol



### B.3.3. Définition de l'écran

#### B.3.3.1. Fenêtre de définition de l'écran

Cette boîte de dialogue est accessible en cliquant sur le menu **Données** puis sur **Définition de l'écran**. Elle sert à définir les caractéristiques de l'écran nécessaires au calcul.

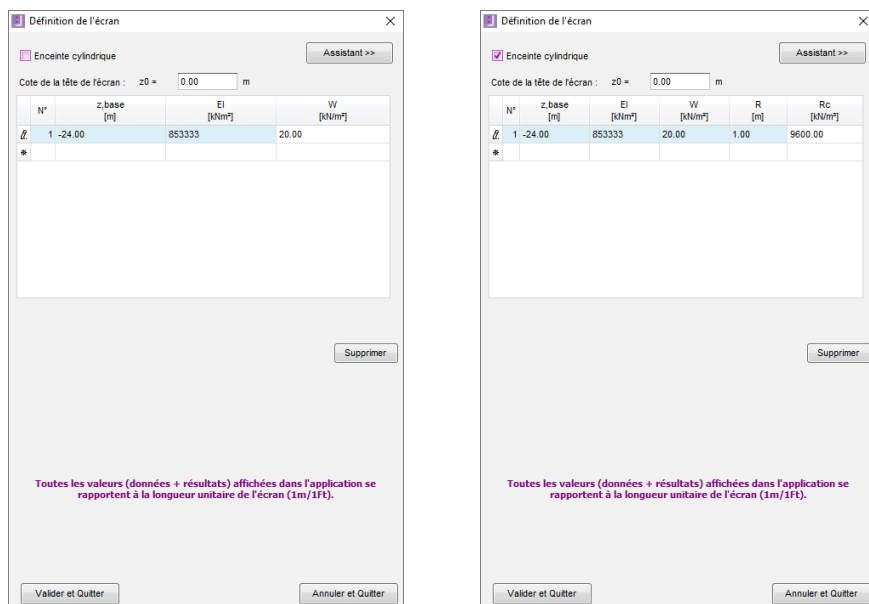
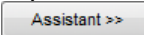


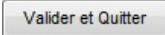
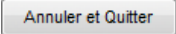
Figure B 31 : Définition de l'écran :  
paroi rectiligne (à gauche) et paroi circulaire (à droite)

La case à cocher en haut de la boîte de dialogue permet d'activer la définition d'une **enceinte cylindrique** si l'écran dispose d'une rigidité cylindrique (cf. figure à droite).

L'écran est défini par :

- **z<sub>0</sub>** : niveau (cote ou profondeur) de la tête de l'écran (m, ft) ;
- **z<sub>base</sub>** : niveau (cote ou profondeur) de la base de l'écran ou niveau inférieur des sections composant l'écran (m, ft) ;
- **EI** : produit d'inertie de l'écran (kN.m<sup>2</sup>/ml, kip.ft<sup>2</sup>/lft). Ce paramètre peut être déterminé, pour chaque section, via l'assistant proposé (bouton  ) ;
- **W** : poids surfacique de l'écran (kN/m<sup>2</sup>/ml, ksf/lft). L'assistant « Rideau de palplanches » qui se trouve à droite transfère automatiquement cette valeur en même temps que le produit d'inertie ;
- Si l'écran possède une rigidité cylindrique, l'utilisateur doit renseigner les paramètres suivants après activation de la case à cocher (enceinte cylindrique) :
  - **R<sub>c</sub>** : rigidité cylindrique de l'écran (kN/m<sup>3</sup>, kip/ft<sup>3</sup>).
  - **R** : rayon moyen de l'écran (m, ft).

LES ASSISTANTS SONT UNE AIDE APPORTEE A L'UTILISATEUR MAIS LEUR UTILISATION RESTE DE SA RESPONSABILITE.

Pour fermer la fenêtre de définition de l'écran, cliquer sur au choix sur  afin d'enregistrer le modèle d'écran ou  pour abandonner les dernières modifications.

### B.3.3.2. Assistants pour la détermination de la rigidité de l'écran

K-Réa propose plusieurs assistants orientés vers trois types de familles d'écrans : paroi continue, paroi composite et rideau de palplanches. Ils sont accessibles depuis la fenêtre de définition de l'écran (Menu **Données**, puis **Définition de l'écran**).

Pour chaque famille, des données spécifiques sont demandées pour le calcul du produit  $EI$  et pour celui de la valeur  $R_c$  si l'option « Enceinte cylindrique » est activée.

Les bases théoriques utilisées par ces différents assistants sont détaillées dans la partie C du manuel. Seule la manipulation des assistants est décrite ci-après.

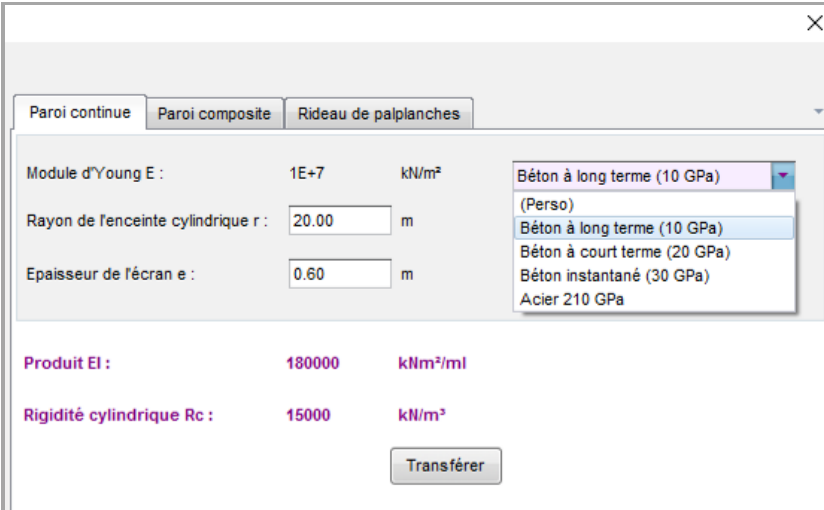
#### a) Paroi continue

Cet assistant permet de calculer le produit  $EI$  (et le cas échéant la rigidité cylindrique  $R_c$ ) d'une paroi continue.



The screenshot shows the 'Définition de l'écran' dialog box with the 'Paroi continue' tab selected. The 'Module d'Young E' is set to 1E+7 kN/m². The 'Epaisseur de l'écran e' is 0.60 m. A dropdown menu for material selection is open, showing options: Béton à long terme (10 GPa), (Perso), Béton à long terme (10 GPa), Béton à court terme (20 GPa), Béton instantané (30 GPa), and Acier 210 GPa. The 'Produit EI' is calculated as 180000 kNm²/ml. A 'Transférer' button is at the bottom.

Figure B 32 : Détermination du produit  $EI$  pour les parois planes continues



The screenshot shows the same 'Définition de l'écran' dialog box, but with the 'Rayon de l'enceinte cylindrique r' field set to 20.00 m. The 'Produit EI' remains 180000 kNm²/ml, and a new 'Rigidité cylindrique Rc' is calculated as 15000 kN/m³. The 'Transférer' button is still present.

Figure B 33 : Détermination de  $EI$  et  $R_c$  pour les parois cylindriques continues

Les données nécessaires sont les suivantes :

- **E** : module d'Young du matériau de la paroi ( $\text{kN/m}^2$ , ksf). Il est possible de saisir la valeur manuellement (choix personnalisé) ou bien la charger via la liste déroulante (valeurs courantes pour le béton ou l'acier) ;
- **e** : épaisseur de la paroi (m, ft) ;
- **R** : rayon moyen de la paroi si cette dernière a été définie précédemment comme une enceinte cylindrique (m, ft).

La valeur obtenue pour EI, et éventuellement celles de R et Rc, peuvent ensuite être renvoyées à la zone de saisie de gauche en utilisant le bouton **Transférer**.

## b) Paroi composite

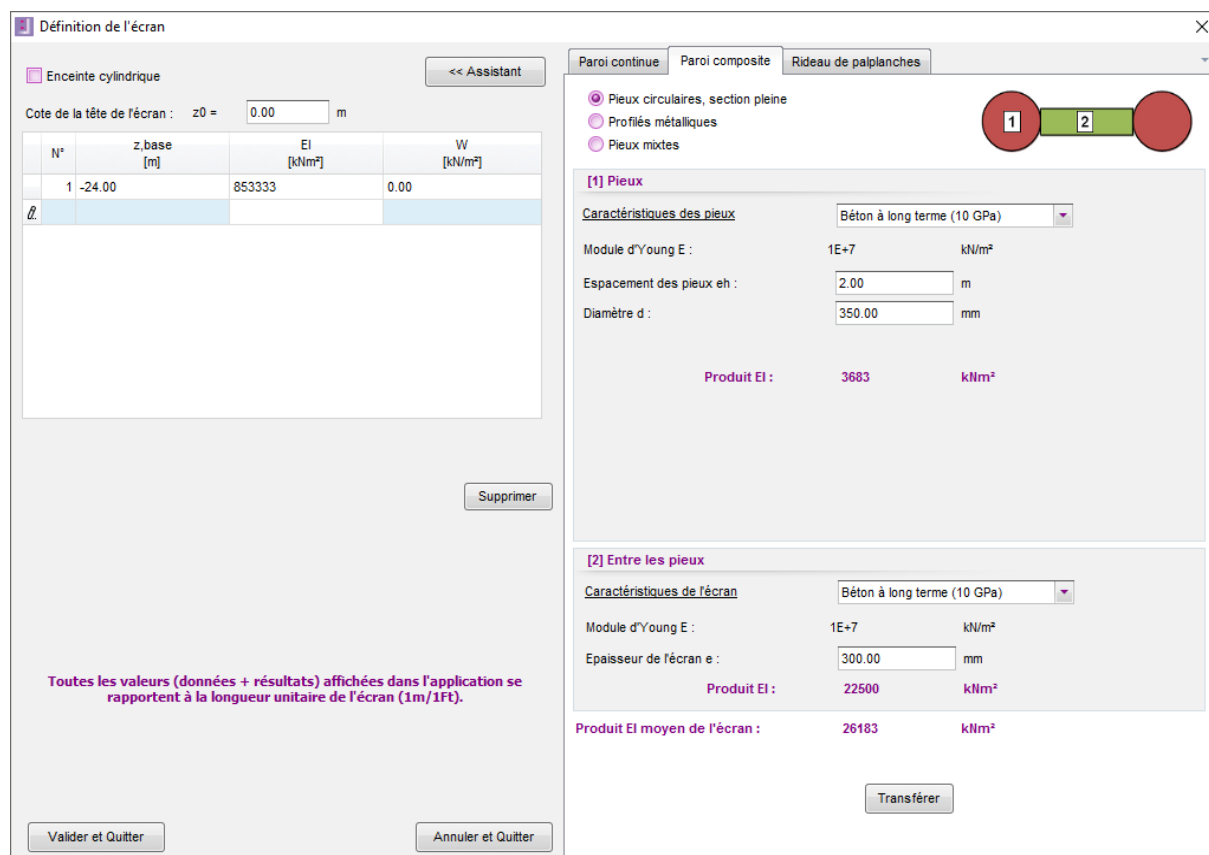
Cet assistant permet de calculer le produit EI par unité de longueur (m ou ft) d'éléments (pieux, profilés, barrettes, etc.) espacés ou jointifs constituant un écran plan. Pour chacun des 3 types proposés, l'utilisateur doit caractériser :

- les éléments principaux (béton seul, acier seul ou section mixte) ;
- le parement.

K-Réa indique ensuite le produit EI par unité de longueur de l'écran continu équivalent que l'utilisateur peut transférer vers le tableau de définition de l'écran.

### Cas des pieux circulaires, section pleine

Pour calculer le produit EI par unité de longueur d'un écran composite dont les pieux sont circulaires pleins, il faut cliquer sur l'onglet « Paroi composite » puis sélectionner « Pieux circulaires, section pleine » comme sur la figure ci-dessous :



**Définition de l'écran**

Enceinte cylindrique ☐ << Assistant

Cote de la tête de l'écran : z0 = 0.00 m

N°	z_base [m]	EI [kNm²]	W [kN/m²]
1	-24.00	853333	0.00

Supprimer

Toutes les valeurs (données + résultats) affichées dans l'application se rapportent à la longueur unitaire de l'écran (1m/1ft).

Valider et Quitter Annuler et Quitter

**Paroi continue Paroi composite Rideau de palplanches**

☒ Pieux circulaires, section pleine  
☐ Profilés métalliques  
☐ Pieux mixtes

**[1] Pieux**

Caractéristiques des pieux: Béton à long terme (10 GPa)

Module d'Young E : 1E+7  $\text{kN/m}^2$

Espacement des pieux eh : 2.00 m

Diamètre d : 350.00 mm

Produit EI : 3683  $\text{kNm}^2$

**[2] Entre les pieux**

Caractéristiques de l'écran: Béton à long terme (10 GPa)

Module d'Young E : 1E+7  $\text{kN/m}^2$

Epaisseur de l'écran e : 300.00 mm

Produit EI : 22500  $\text{kNm}^2$

Produit EI moyen de l'écran : 26183  $\text{kNm}^2$

Transférer

Figure B 34 : Détermination du produit EI pour les pieux circulaires en béton

Les données à saisir pour la définition des pieux sont les suivantes :

- **E** : module d'Young du pieu. La valeur peut être renseignée manuellement ou choisie dans la liste déroulante contigüe ( $\text{kN/m}^2$ , ksf) ;
- **$e_h$**  : entraxe des pieux (m, ft) ;
- **d** : diamètre des pieux (mm, in).

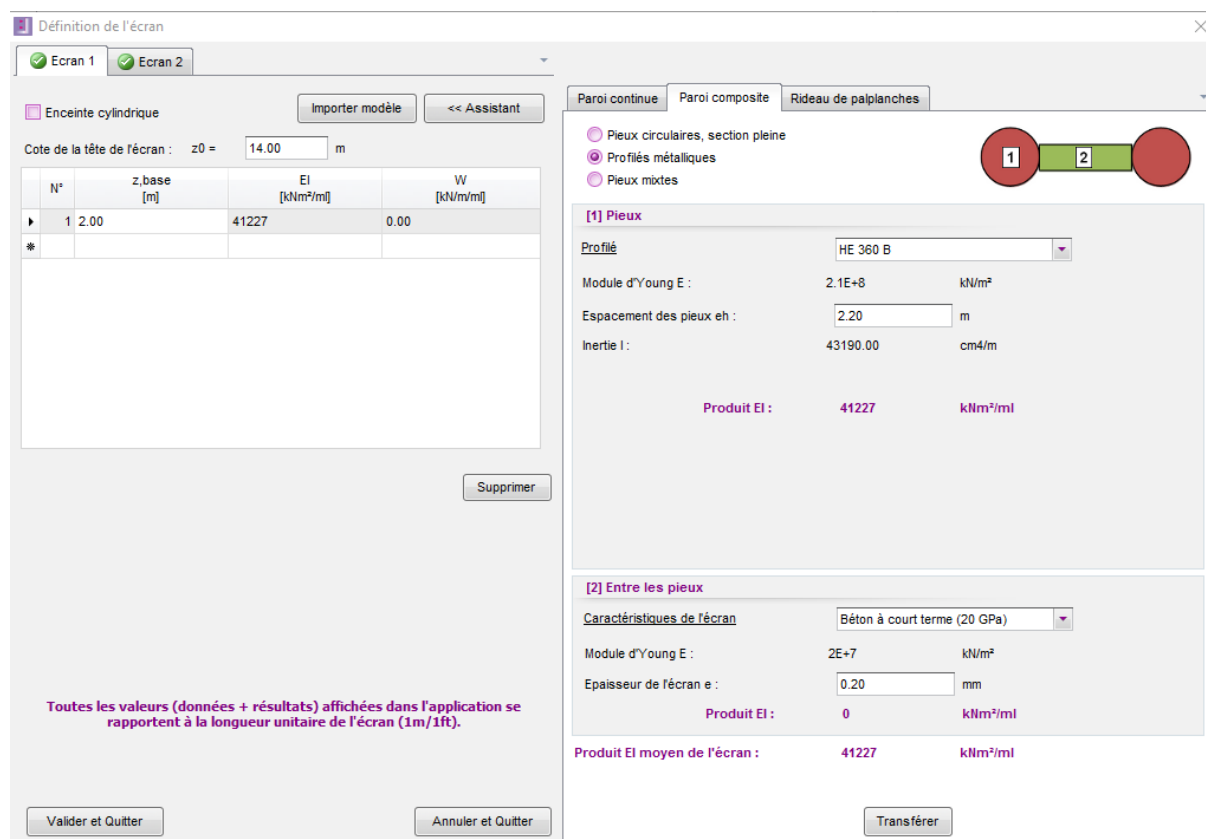
La définition du parement est basée sur les 2 paramètres suivants :

- **E** : module d'Young du parement ( $\text{kN/m}^2$ , ksf), à saisir manuellement ou à choisir depuis la liste déroulante contigüe ;
- **e** : épaisseur du parement (m, in).

K-Réa affiche le produit EI équivalent par unité de longueur de la paroi composite en bas de l'écran.

### Cas des profilés métalliques

Pour calculer le produit EI par unité de longueur d'un écran composite dont les pieux sont constitués d'un profilé en acier, il faut cliquer sur l'onglet « Paroi composite » puis sélectionner « Profilés métalliques » comme sur la copie d'écran ci-dessous :



**Définition de l'écran**

Enceinte cylindrique

Cote de la tête de l'écran :  $z_0 =$  14.00 m

N°	$z_{base}$ [m]	EI [ $\text{kNm}^2/\text{ml}$ ]	W [ $\text{kN/m/ml}$ ]
1	2.00	41227	0.00

Supprimer

Toutes les valeurs (données + résultats) affichées dans l'application se rapportent à la longueur unitaire de l'écran (1m/1ft).

Valider et Quitter Annuler et Quitter

**Paroi continue Paroi composite Rideau de palplanches**

Pieux circulaires, section pleine  
☒ Profilés métalliques  
 Pieux mixtes

**[1] Pieux**

Profilé : HE 360 B

Module d'Young E : 2.1E+8  $\text{kN/m}^2$

Espacement des pieux  $e_h$  : 2.20 m

Inertie I : 43190.00  $\text{cm}^4/\text{m}$

Produit EI : 41227  $\text{kNm}^2/\text{ml}$

**[2] Entre les pieux**

Caractéristiques de l'écran : Béton à court terme (20 GPa)

Module d'Young E : 2E+7  $\text{kN/m}^2$

Epaisseur de l'écran e : 0.20 mm

Produit EI : 0  $\text{kNm}^2/\text{ml}$

Produit EI moyen de l'écran : 41227  $\text{kNm}^2/\text{ml}$

Transférer

Figure B 35 : Détermination du produit EI par unité de longueur pour les profilés métalliques

Il faut ensuite choisir le type de profilé à l'aide du menu déroulant « Profilé » regroupant les catégories suivantes :

- Profilé particulier : permet de saisir une inertie manuellement ;
- Profilé circulaire et creux : permet de calculer l'inertie pour des profilés de section circulaire et creuse en fonction de leur diamètre extérieur et de leur épaisseur ;
- IPE, IPE A, IPE O (\*) : poutrelles en I européennes ;

- IPN (\*) : poutrelles normales européennes ;
- HE AA, HE A, HE B, HE M (\*) : poutrelles européennes à larges ailes ;
- HL (\*) : poutrelles européennes à très larges ailes ;
- HD (\*) : poutrelles colonnes extraites ;
- HP (\*) : poutrelles pieux ;
- TUBEUROP diamètre/épaisseur : profils creux ronds finis à chauds extraits des gammes TUBEUROP ;
- TUBES STAD diamètre/épaisseur : profils creux ronds extraits des gammes TUBES STAD.

(\*) Données extraites des gammes ArcelorMittal.

Nota : la liste des gammes des fournisseurs ne se veut pas exhaustive.

Dans tous les cas, il faut renseigner :

- $e_h$  : entraxe des pieux (m, ft).

Si l'utilisateur choisit « Profilé circulaire et creux » (cas des tubes), il doit également saisir :

- $d$  : diamètre du profilé (mm, in) ;
- $e$  : épaisseur du profilé (mm, ft).

Si par contre un « Profilé particulier » est choisi, il est nécessaire de définir :

- $I$  : inertie du profilé ( $\text{cm}^4/\text{m}$ ,  $\text{In}^4/\text{ft}$ ).

Les données à saisir ensuite pour la définition du parement entre les pieux sont les suivantes :

- $E$  : module d'Young du parement ( $\text{kN}/\text{m}^2$ , ksf) ;
- $e$  : épaisseur du parement (m, ft).

K-Réa affiche en bas de l'écran le produit EI équivalent par unité de longueur de la paroi composite.

#### Cas des pieux mixtes

Pour calculer le produit EI par unité de longueur d'un écran composite dont les pieux sont mixtes (profilé + béton), il faut cliquer sur l'onglet « Paroi composite » puis sur « Pieux mixtes » comme sur la copie d'écran ci-dessous :

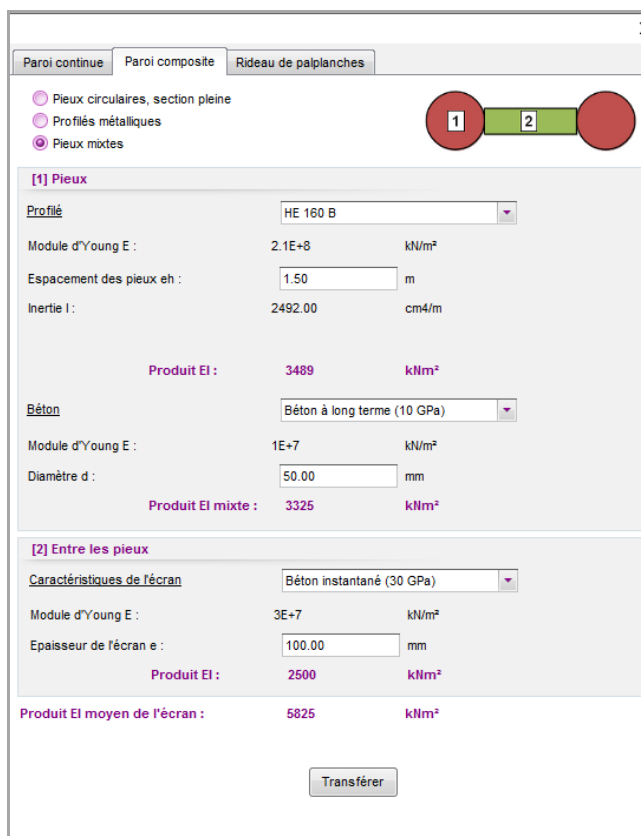


Figure B 36 : Détermination du produit EI par unité de longueur pour les pieux mixtes

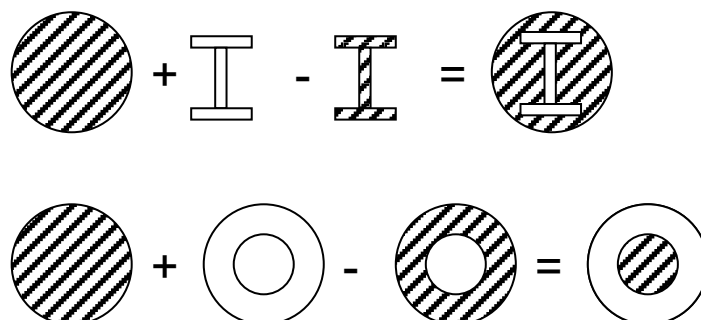
Il faut alors renseigner :

- pour le pieu : à la fois les caractéristiques du profilé et du béton (cf. les paragraphes précédents) ;
- pour le parement : ses caractéristiques, de façon similaire au reste des écrans composites.

Le produit d'inertie EI du pieu mixte se calcule comme suit :

$$(EI)_{\text{section mixte}} = E_{\text{béton}} \times I_{\text{section pleine}} + (E_{\text{acier}} - E_{\text{béton}}) \times I_{\text{section profilé}}$$

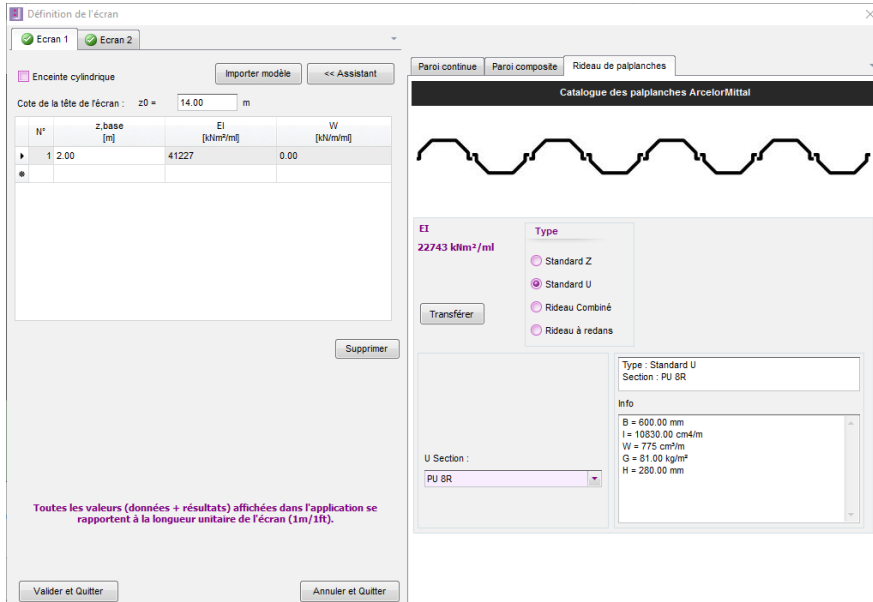
Cette formule peut s'appliquer à plusieurs géométries :



### c) Rideau de palplanches

Cet assistant donne accès au catalogue de palplanches d'ArcelorMittal.

Sélectionnez le type de rideau souhaité, puis, en fonction de votre choix, affinez les caractéristiques de la palplanche :



**Définition de l'écran**

Écran 1 Écran 2

Importer modèle << Assistant

Enclosure cylindrique

Cote de la tête de l'écran : z0 = 14.00 m

N°	z, base [m]	EI [N/m²/m]	V [N/m/m]
1	2.00	41227	0.00

Supprimer

Toutes les valeurs (données + résultats) affichées dans l'application se rapportent à la longueur unitaire de l'écran (1m/1ft).

Valider et Quitter Annuler et Quitter

Paroi continue Paroi composite Rideau de palplanches

**Catalogue des palplanches ArcelorMittal**

EI 22743 kNm²/ml

Type

- ☐ Standard Z
- ☒ Standard U
- ☐ Rideau Combiné
- ☐ Rideau à redans

Transférer

Type : Standard U  
Section : PU BR

Info

B = 600.00 mm  
I = 10830.00 cm⁴/m  
W = 775 cm³/m  
G = 81.00 kg/m²  
H = 280.00 mm

U Section :  
PU BR

Figure B 37 : Catalogue des palplanches ArcelorMittal

Cliquer sur le bouton **Transférer** pour importer la valeur du produit d'inertie par unité de longueur, ainsi que celle du poids surfacique, dans votre projet.

En fonction du type de palplanche sélectionné :

- **Standard Z :**

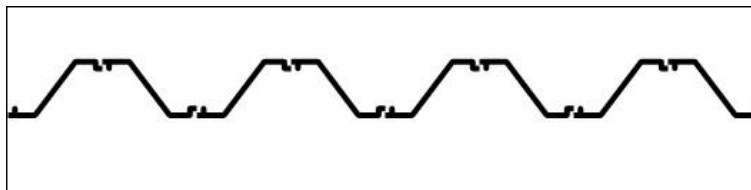


Figure B 38 : Schéma type d'une palplanche de type « Standard Z »

Sélectionner la section de la palplanche dans le menu déroulant « Z Section », puis cliquer sur « Transférer ».

- **Standard U :**

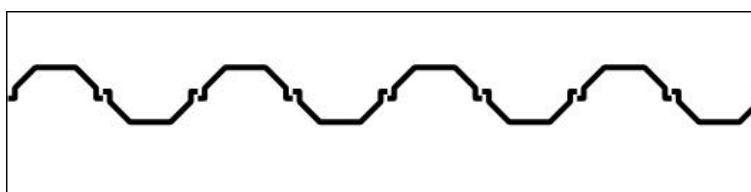


Figure B 39 : Schéma type d'une palplanche de type « Standard U »

Sélectionner la section de la palplanche dans le menu déroulant « Z Section », puis cliquer sur « transférer ».

- **Rideau Combiné :**

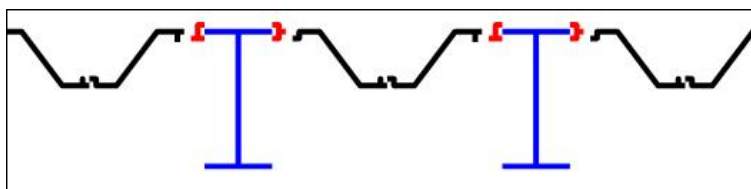
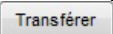


Figure B 40 : Schéma type d'un rideau combiné

Sélectionner le type de rideau combiné, puis ses caractéristiques en choisissant d'abord parmi les options affichées à droite du type de rideau, puis dans les menus déroulants situés plus bas. Cliquer sur le bouton .

**d) Rideau à redans :**

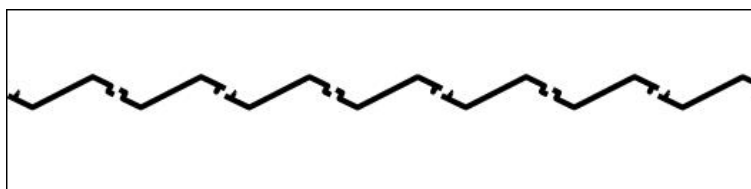
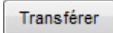


Figure B 41 : Schéma type d'un rideau à redans

Sélectionner le type de rideau à redans, puis ses caractéristiques parmi les options proposées. Cliquer sur le bouton .



Le cadre situé en bas à droite du catalogue affiche les caractéristiques de la palplanche sélectionnée, à savoir :

- **B** : largeur de la palplanche (en mm ou in) ;
- **I** : inertie de la palplanche (en  $\text{cm}^4/\text{m}$  ou  $\text{in}^4/\text{ft}$ ) ;
- **W** : module de la palplanche (en  $\text{cm}^3/\text{m}$  ou  $\text{in}^3/\text{ft}$ ) ;
- **G** : poids de la palplanche (en  $\text{kg}/\text{m}^2$  ou  $\text{lb}/\text{ft}^2$ ) ;
- **H** : hauteur de la palplanche (en mm ou in).

Le catalogue proprement dit n'est disponible qu'en système métrique, mais dans le cas d'un projet en unités impériales, toutes les valeurs affichées sont converties et apparaissent à l'écran dans le système impérial (en plus des valeurs issues du catalogue dans le système métrique). Le produit EI calculé est également converti en  $\text{kip.ft}^2/\text{lft}$ .

### B.3.4. Saisie des données pour les projets double-écran

Dans le cadre des projets double-écran, les données à saisir sont les mêmes que celles décrites précédemment, mais elles doivent être saisies pour chacun des 2 écrans. Les paramètres supplémentaires et les particularités rencontrés lors de la définition d'un projet double-écran sont présentés ci-après.

#### B.3.4.1. Titres et options (cas double-écran)

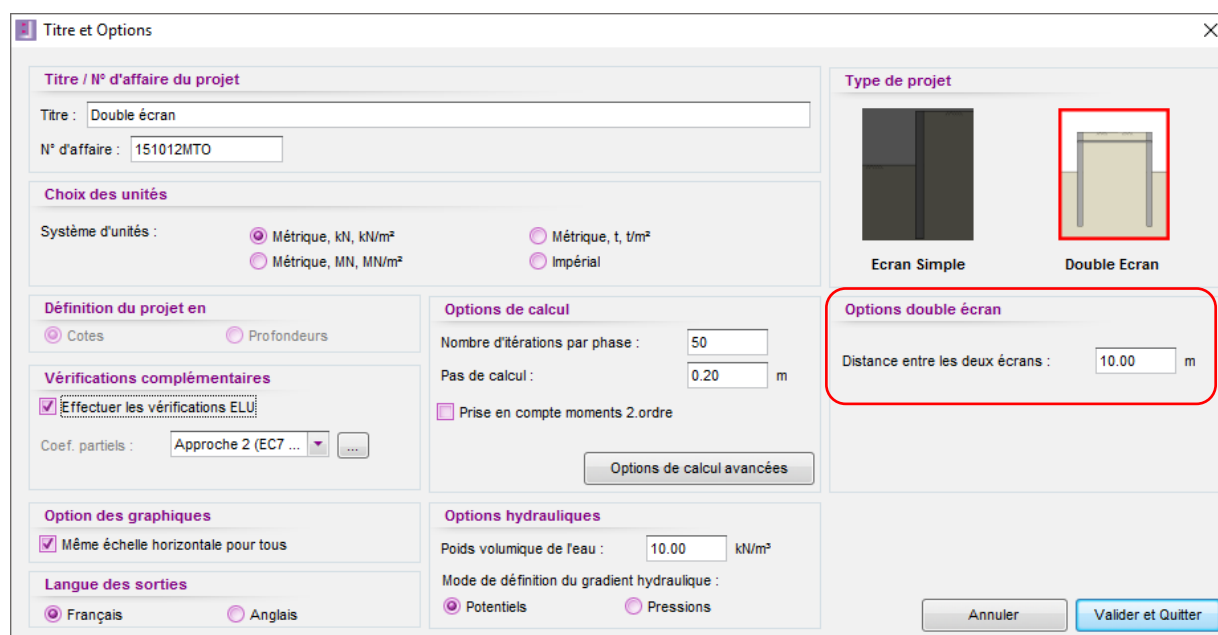


Figure B 42 : Boîte de dialogue « Titre et Options » (projet double écran)

Lorsqu'on choisit un projet de type double-écran, un paramètre supplémentaire est à renseigner :

- Distance entre les deux écrans (m, ft).

Il est important de noter que ce paramètre intervient uniquement dans la définition du massif d'ancrage quand les vérifications ELU sont demandées. Sa valeur est sans incidence sur les autres résultats.

La saisie des données fait référence ensuite à l'Ecran 1 (écran gauche) et à l'Ecran 2 (écran droit). Voir le chapitre B.1.2.2 pour les conventions relatives à ces 2 écrans, et le choix de l'écran 1 et de l'écran 2.

### B.3.4.2. Définition des couches de sol pour un double-écran

Dans le cas d'un projet double-écran, la boîte de dialogue « Définition des couches de sol » possède deux onglets « Ecran 1 » et « Ecran 2 ».

La saisie se fait de manière identique à celle d'un projet écran simple (cf. § B.3.2).

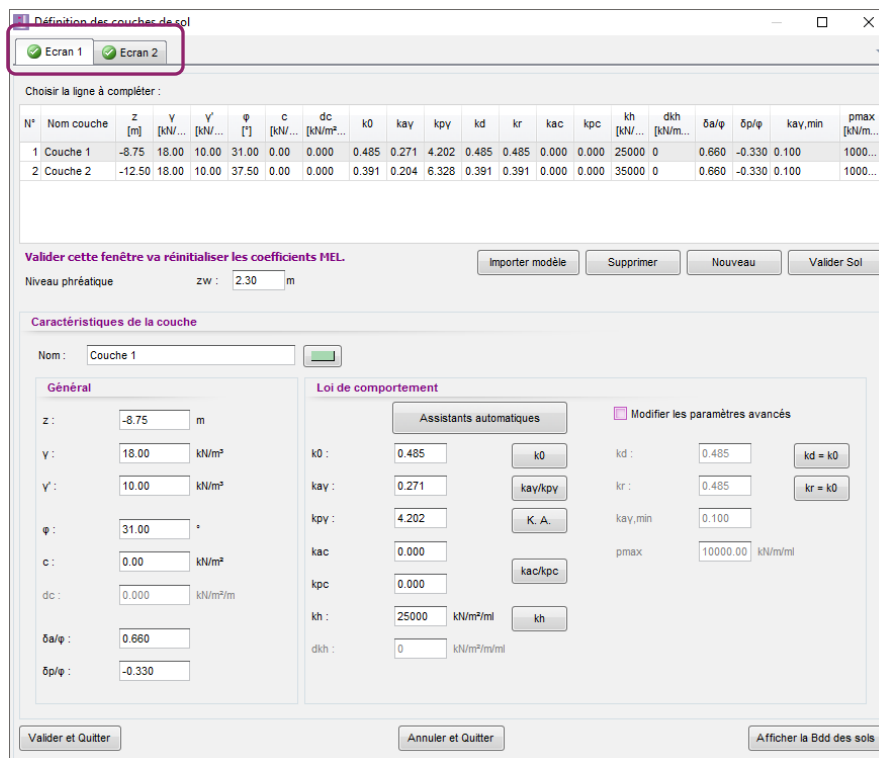


Figure B 43 : Boîte de dialogue des caractéristiques des couches de sol – Projet double écran

Après avoir saisi les données de l'écran 1, il est possible de transférer le modèle sol de l'écran 1 vers celui de l'écran 2 en cliquant sur le bouton **Importer modèle** depuis l'onglet « Ecran 2 ».

### B.3.4.3. Définition des caractéristiques des deux écrans

Le principe est exactement le même que celui décrit précédemment pour la définition d'un écran simple. L'utilisateur doit saisir d'abord les données de l'écran 1, puis celles de l'écran 2. Comme pour la définition des sols, il est possible d'exporter les données de l'écran 1 vers l'écran 2.

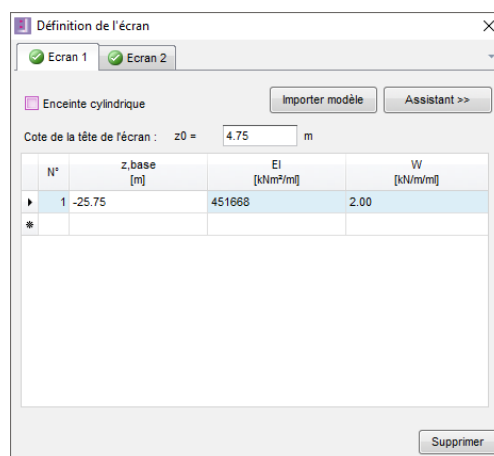


Figure B 44 : Fenêtre de définition de l'écran – Projet double-écran

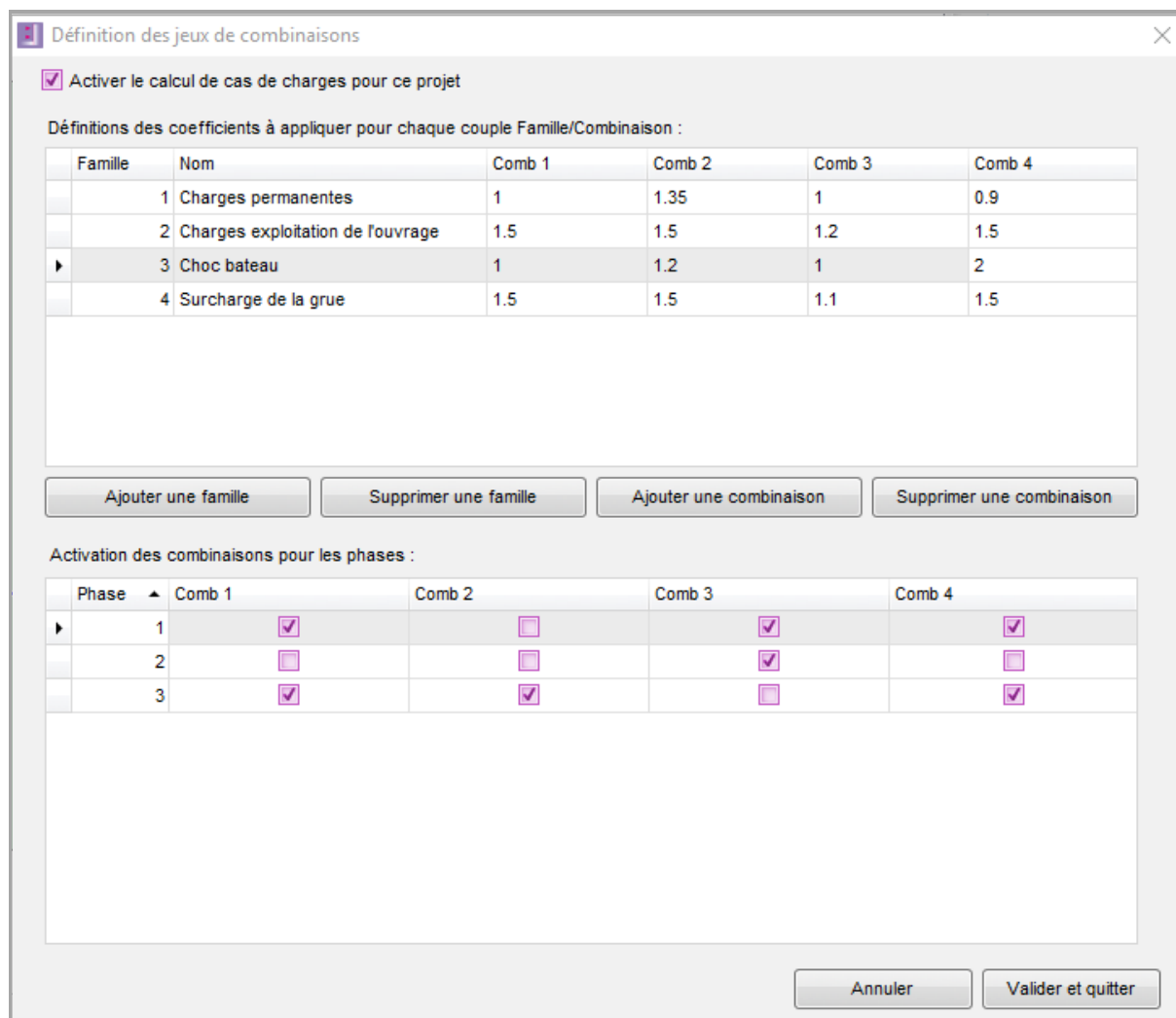
### B.3.5. Définition des cas de charges

Il est possible dans K-Réa de créer plusieurs combinaisons de charges dans un seul projet. A la différence des 3 premières fenêtres décrites aux chapitres B.3.1 à B.3.3, la définition des cas de charges est optionnelle.

La définition des cas de charges est menée en trois étapes :

1. Activer le calcul de combinaisons de charges : ouvrir la fenêtre **Définition des cas de charges** accessible dans le menu Assistants et cocher la case en haut de la fenêtre ;
2. Définir les familles de charges du projet en leur attribuant un nom et en spécifiant le coefficient pondérateur qui doit être attribué à chaque combinaison. Ceci est à faire dans la zone supérieure de la fenêtre ;
3. Définir les combinaisons de calcul à considérer (combinaison 1, 2, etc.) à chaque phase de calcul. Ceci est à faire dans la zone inférieure de la fenêtre.

Lors de la définition du phasage, il faudra attribuer chaque surcharge (sur le sol ou sur l'écran) à une famille de charges.



**Définition des jeux de combinaisons**

☒ Activer le calcul de cas de charges pour ce projet

Définitions des coefficients à appliquer pour chaque couple Famille/Combinaison :

Famille	Nom	Comb 1	Comb 2	Comb 3	Comb 4
1	Charges permanentes	1	1.35	1	0.9
2	Charges exploitation de l'ouvrage	1.5	1.5	1.2	1.5
3	Choc bateau	1	1.2	1	2
4	Surcharge de la grue	1.5	1.5	1.1	1.5

Ajouter une famille    Supprimer une famille    Ajouter une combinaison    Supprimer une combinaison

Activation des combinaisons pour les phases :

Phase	Comb 1	Comb 2	Comb 3	Comb 4
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Annuler    Valider et quitter

Figure B 45 : Fenêtre de définition des familles et des combinaisons de charges

Les résultats des cas de charges s'afficheront en complément de ceux du calcul de base. Ils sont accessibles via le choix de « Combinaisons » de la fenêtre **Résultats** et dans la fenêtre **Vérifications à l'EC7**. Ce liste de choix est accessible dans toutes les phases où au moins une combinaison a été demandée. Si plusieurs combinaisons ont été considérées dans une même phase, une liste déroulante permet la navigation entre ces dernières.

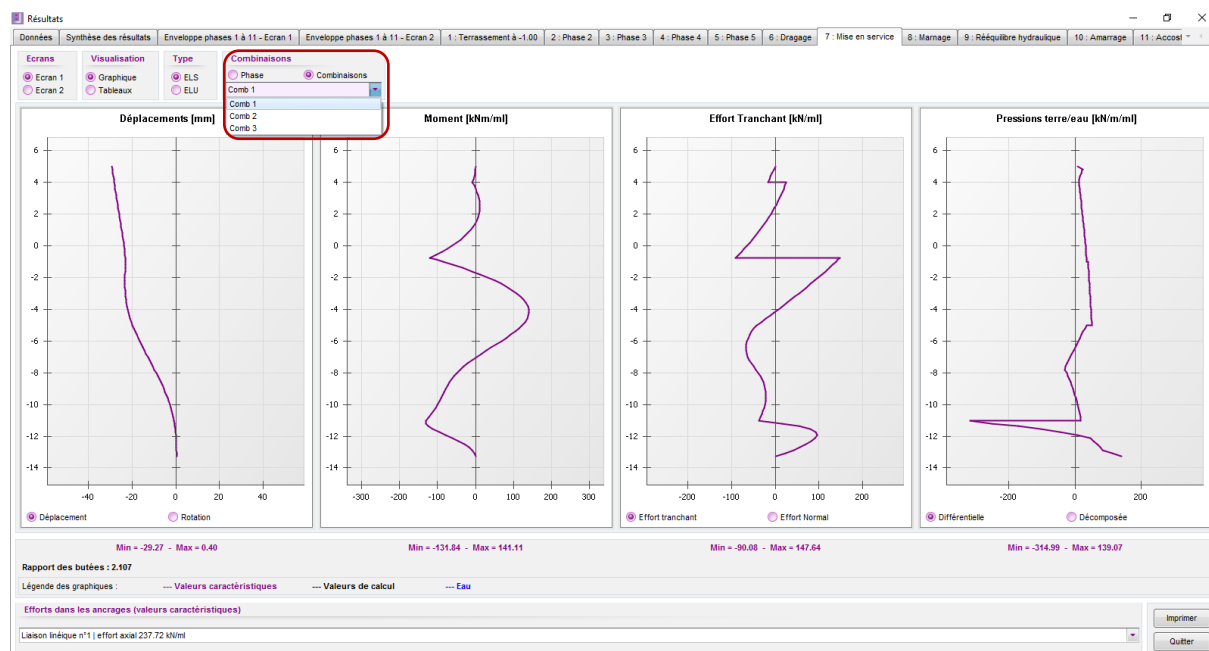


Figure B 46 : Fenêtre de Résultats permettant l'accès aux résultats par combinaisons de charges

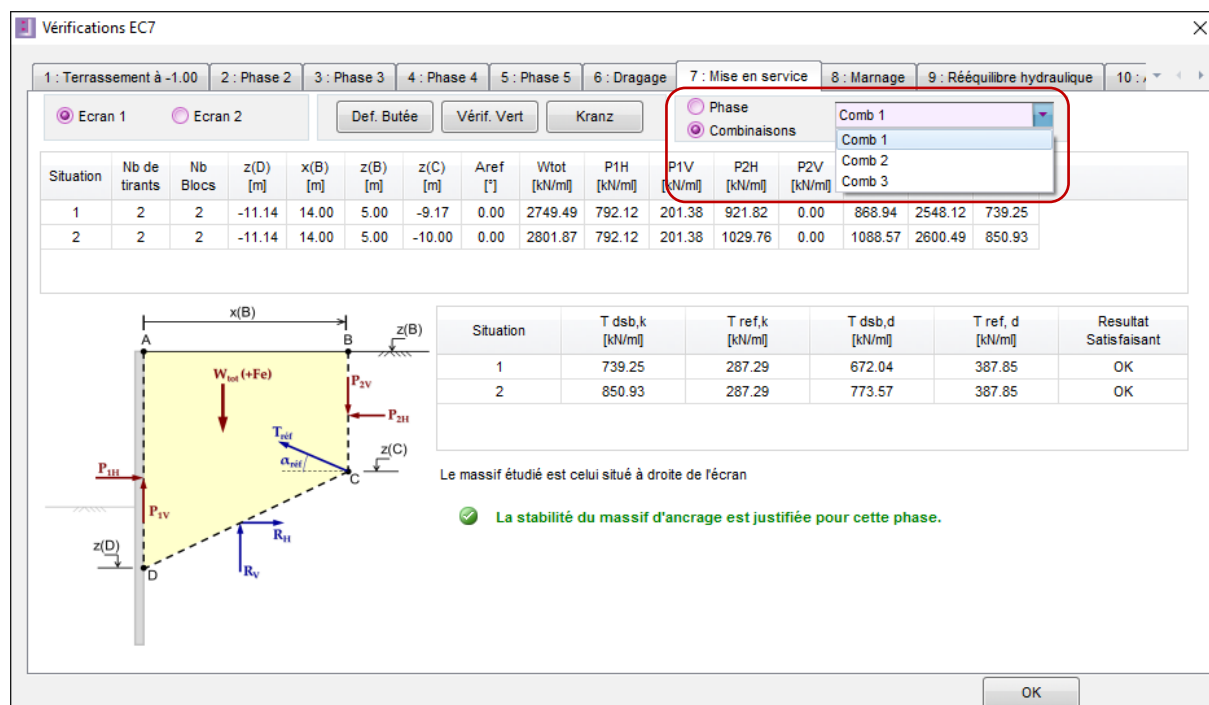


Figure B 47 : Fenêtre de Vérifications à l'EC7 permettant l'accès aux résultats par combinaisons de charges

## B.4. Définition du phasage

Après avoir renseigné les données du sol et de(s) écran(s), il convient de définir le phasage de calcul représentant les étapes de construction et de service du projet.

Le choix de la cinématique du phasage peut avoir une influence significative sur les résultats notamment du fait des non linéarités liés à plastification du sol et à l'évolution de la rigidité de l'écran et de ses ancrages au cours du phasage.

De manière générale, il est recommandé de définir le phasage au plus près de la réalité, en le décomposant au maximum et en évitant de définir dans une même phase, pour un côté et un écran donnés, des actions ayant des effets opposés (remblaiement suivi d'une excavation par exemple).

Le présent chapitre décrit de manière générale les manipulations permettant de définir le phasage de calcul ainsi que la procédure de création d'un phasage respectivement pour les projets écran simple et double-écran. La description des actions pouvant être définies dans une phase donnée est détaillée dans le chapitre B.5.

### B.4.1. Présentation

Le phasage est géré via 3 zones :

- la zone de gestion des phases (création, suppression, navigation, etc.) ;
- la zone de choix des actions à appliquer dans chaque phase ;
- la zone de définition des paramètres de chaque action.

Le fonctionnement de ces différentes zones est expliqué dans les sous-chapitres qui suivent.

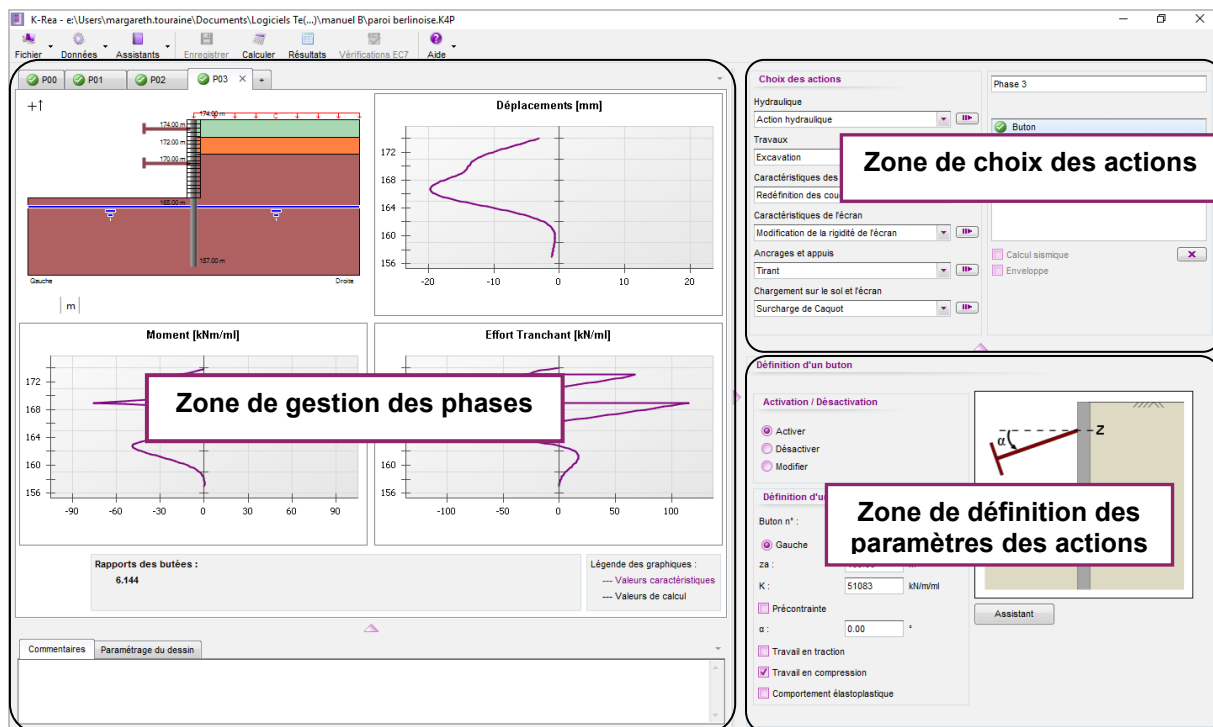


Figure B 48 : Fenêtre principale – Gestion du phasage

## B.4.2. Cadre de gestion des phases

La figure suivante présente la zone de gestion des phases, située en partie gauche de la fenêtre principale. Elle permet de créer et de manipuler les phases de calcul.



Figure B 49 : Zones de gestion du phasage

La **zone A** présente les onglets correspondant aux phases de calcul. La navigation entre les différentes phases du projet est possible par simple clic sur l'onglet de la phase que l'on souhaite visualiser.

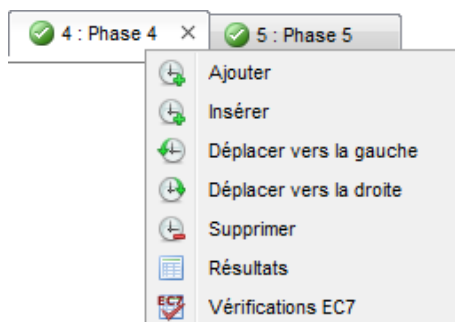


Figure B 50 : Menu de gestion du phasage

- **Ajouter** : ajoute une phase à la suite de la dernière phase ;
- **Insérer** : ajoute une phase à gauche la phase sélectionnée ;
- **Déplacer vers la gauche** : déplace la phase sélectionnée vers la gauche ;
- **Déplacer vers la droite** : déplace la phase sélectionnée vers la droite ;
- **Supprimer** : supprime la phase sélectionnée avec un message de confirmation ;
- **Résultats** : ouvre la fenêtre des résultats de la phase sélectionnée ;
- **Vérifications EC7** : accessible uniquement dans les projets pour lesquels les vérifications ELU sont activées dans le menu « Titre et Options ». Si tel est le cas, ce bouton ouvre les vérifications EC7 de la phase sélectionnée.

La **zone B** permet de visualiser la coupe du projet correspondant à la phase en cours.

La **zone C** permet de visualiser les courbes de résultats après le lancement des calculs. Ce sont les courbes de déplacements, les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants de l'écran pour la phase en cours. Le(s) **rapport(s) des butées** côté fouille s'affiche(nt) également<sup>1</sup>.

La **zone D** est réservée aux commentaires et au paramétrage du dessin. Etant situé juste en-dessous du cadre de gestion du phasage, ce cadre permet :

- de saisir des commentaires relatifs à la phase en cours. Ceux-ci sont rappelés ultérieurement pour mémoire dans l'impression des résultats.

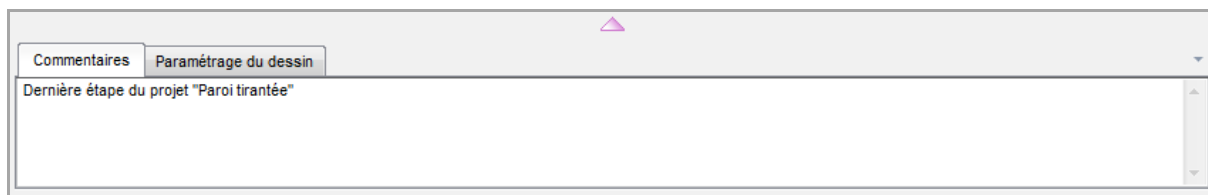


Figure B 51 : Onglet « Commentaires »

- de configurer l'affichage, sur la coupe du projet, des cotes des couches de sol et des actions (nappe, ancrages, surcharges, etc.), ainsi que de faire apparaître les noms des couches de sols ou encore les caractéristiques des actions (raideurs des ancrages, valeurs des surcharges, etc.).

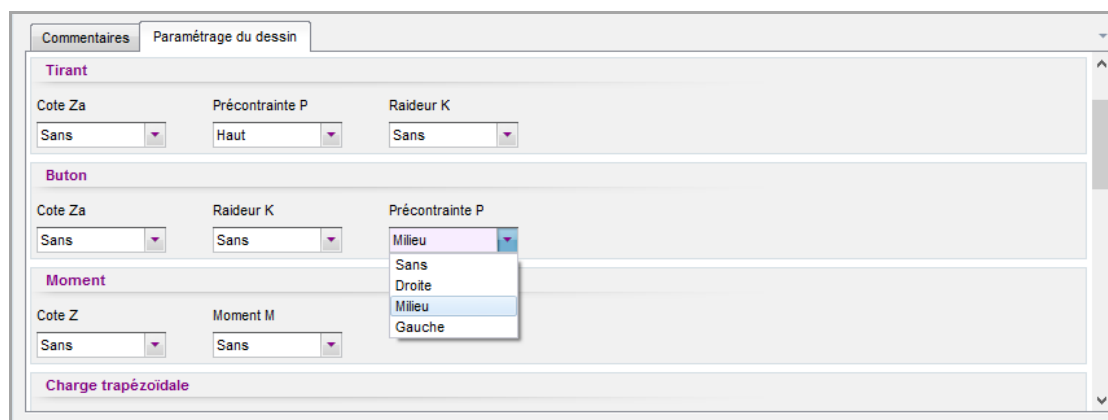


Figure B 52 : Onglet « Paramétrage du dessin »

<sup>1</sup> Le rapport de butées ne s'affiche pas en zone C si les vérifications ELU sont activées. Ce paramètre est néanmoins toujours disponible dans la « Synthèse des résultats » (cf. § B.6.2.3).

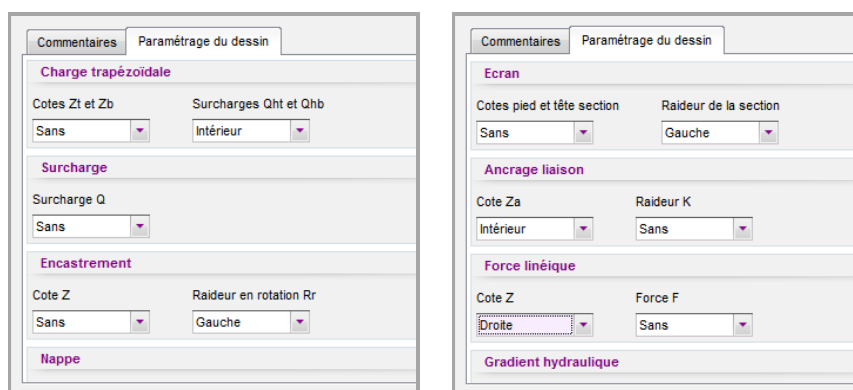






Figure B 53 : Onglet Paramétrage du dessin  
(exemples de paramètres d'affichage de certaines actions)

**Remarque 1 :** les graphiques peuvent être agrandis pour remplir tout le cadre de gestion du phasage en double-cliquant dessus. Il est possible de survoler les courbes à l'aide de la souris pour afficher la valeur de la courbe au droit du point choisi sous forme d'infobulle. Dans le cas d'un calcul avec vérification à l'ELU, deux courbes s'affichent pour les moments fléchissants et les efforts tranchants. La courbe en rose/violet indique les valeurs caractéristiques (sans pondération) et la courbe noire affiche les valeurs de calcul (avec pondération).

Un clic droit sur ces mêmes graphiques permet d'accéder au menu contextuel (voir chapitre B.2.3.8). Un double-clic permet de ramener le graphique à sa taille initiale.

**Remarque 2 :** en **zone B**, la représentation graphique des couches de sol, des écrans et des actions respecte une échelle verticale mais pas une échelle horizontale. En effet, le repère utilisé n'est pas orthonormé et la distance entre les deux écrans n'est pas à la même échelle que le repère vertical. Il ne convient donc pas de considérer la longueur et à l'inclinaison des tirants ainsi qu'à l'espacement entre les deux écrans (dans le cadre d'un projet double-écran) provenant de la représentation graphique.

**Remarque 3 :** la coupe du projet, les résultats graphiques, les commentaires ainsi que le paramétrage peuvent occuper une place variable dans la fenêtre principale :

- un clic sur la flèche  permet à l'ensemble des figures d'occuper la totalité de la fenêtre ;
- cliquer/glisser sur la flèche  permet à l'utilisateur de partitionner la fenêtre horizontalement jusqu'au deux tiers environ ;
- un clic sur la flèche  :
  - affiche l'onglet « Commentaires » ou « Paramétrage du dessin » sur la totalité de la hauteur de la fenêtre ; ou bien
  - affiche la définition de l'action sur la totalité de la hauteur de la fenêtre
- cliquer/glisser sur la flèche  permet à l'utilisateur de partitionner la fenêtre dans une certaine mesure.



### B.4.3. Cadre de choix des actions

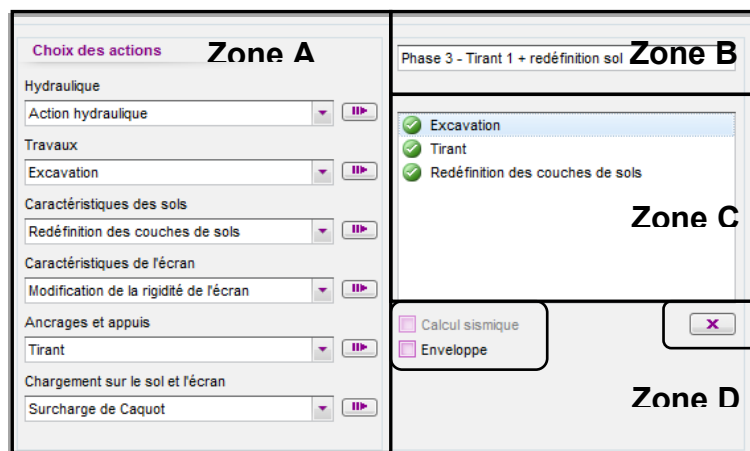


Figure B 54 : Cadre de choix des actions pour une phase de calcul

Le cadre de choix des actions est affiché en haut à droite de la fenêtre principale. Il permet d'appliquer les actions souhaitées dans la phase de calcul sélectionnée.

Le titre de la phase en cours est situé dans la **zone B**. Ce titre réapparaît dans la fenêtre des « Résultats » pour faciliter sa lecture et son interprétation. Il est possible de renommer la phase sélectionnée en modifiant le texte saisi dans cette zone.

Les actions dans K-Réa définissent globalement les conditions d'appui et de chargement de l'écran ainsi que leur évolution au cours des phases de construction. Elles permettent entre autres de caractériser les interactions écran-sol et écran-ancrages.

Ces actions sont classées par groupes :

- **Hydraulique** : ce groupe contient l'action hydraulique servant à définir les niveaux de nappe et les gradients éventuels ;
- **Travaux** : regroupe les opérations effectuées sur les terres (excavation ou remblaiement) avec la possibilité de simuler des géométries de type talus ou risberme. Elle inclut également une action de « Pose de blindage » dont l'activation est conditionnelle (cf. § B.5.2.3) ;
- **Caractéristiques des sols** : ce groupe contient 2 actions. L'une permet de modifier les caractéristiques intrinsèques des couches de sol et l'autre permet d'imposer les diagrammes de pressions limites ou au repos ;
- **Caractéristiques de l'écran** : ce groupe contient 2 actions. La première permet de modifier les propriétés intrinsèques de l'écran en se limitant à son hauteur initiale. La deuxième agit plutôt sur la structure de l'écran et offre la possibilité de définir une rehausse ou un approfondissement ;
- **Ancrages et appuis** : regroupe 5 types d'ancrages (tirant, bouton, encastrement, lierne circulaire et appui surfacique) pour les écrans simples et 2 types d'ancrages supplémentaires pour les projets double-écran (liaison linéique et liaison surfacique) ;
- **Chargements sur le sol et l'écran** : regroupe 3 types de surcharges applicables au sol (Caquot, Boussinesq et Graux), ainsi que 3 types de chargement applicables directement sur l'écran (force linéique, moment linéique et charge trapézoïdale).

La **zone A** contient les menus déroulants correspondant à chaque groupe qui permettent le choix des actions à appliquer dans la phase en cours.

Le tableau complet des actions disponibles de même que la description détaillée des paramètres de chaque action sont fournis au chapitre B.5.

Pour appliquer une action, cliquer à l'intérieur du cadre du menu déroulant correspondant au groupe de l'action à réaliser.

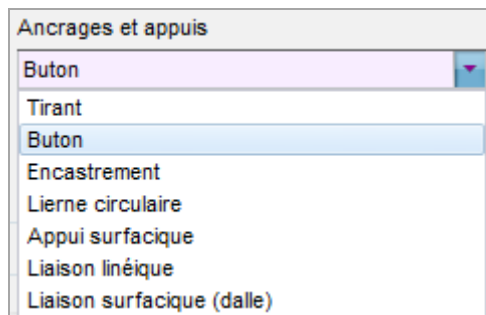


Figure B 55 : Sélection de l'action Buton

Cliquer ensuite sur le bouton de transfert  pour l'inscrire dans la liste des actions à réaliser (**zone C**) dans la phase en cours.

Elle apparaît alors le cadre de définition de l'action sélectionnée sous le cadre de choix des actions. C'est dans celui-ci qu'il faut saisir les paramètres nécessaires à la définition de l'action.

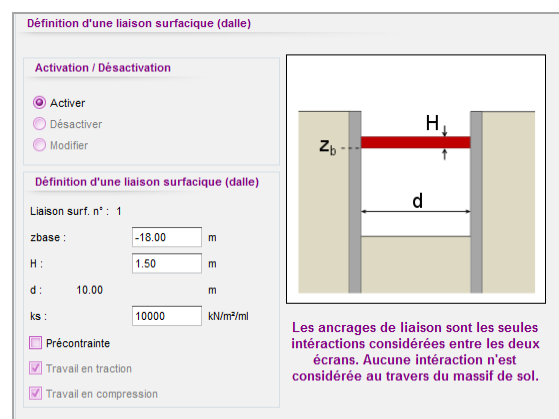





Figure B 56 : Définition des paramètres d'une action

Toutes les actions d'une phase apparaîtront sous forme de liste classée par ordre de déclaration dans la **zone C** située sous le nom de la phase en cours.

Nota 1 : le bouton  permet de supprimer l'action sélectionnée de la liste des actions de la phase en cours.

Nota 2 : les actions sont marquées :

- d'une coche verte  lorsqu'elles sont définies correctement ;
- d'une croix rouge  lorsqu'elles sont incomplètes ou pas correctement définies.

Une infobulle dans le cadre de définition de l'action, ainsi que dans la liste des actions, donne quelques indications sur l'origine d'invalidité de la saisie :

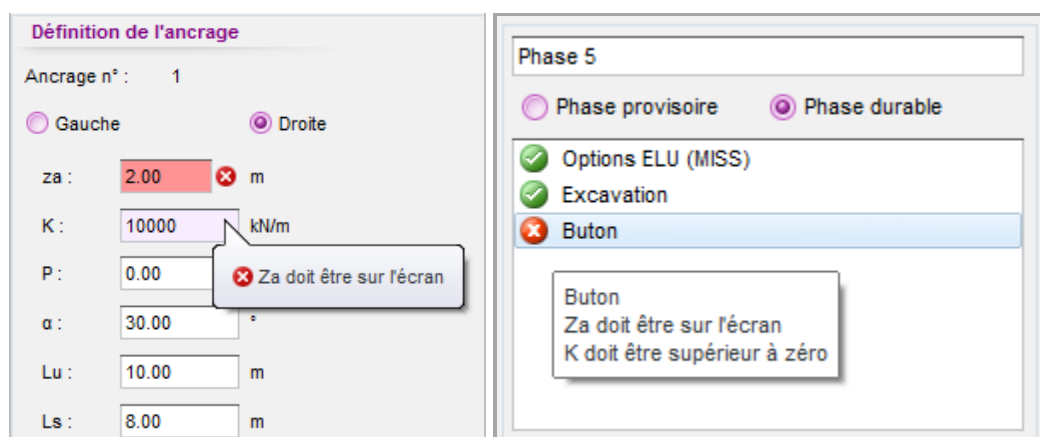


Figure B 57 : Indications sur l'origine d'invalidités de saisie

Les propriétés mécaniques des actions sont décrites au chapitre B.5.

Dans le cas d'un projet avec vérifications ELU, deux sélections supplémentaires sont à effectuer pour caractériser la nature de la phase et le modèle de calcul :

- **Phase transitoire / Phase durable** : ce choix conditionne la sélection de la valeur du coefficient partiel relatif à la butée mobilisable prise en compte lors de la vérification à l'ELU du défaut de butée (cf. § B.3.1.2) ;
- **Écran en console (calcul MEL)** : ce choix n'est accessible que pour les phases sans aucun appui « actif » (élément du groupe « Ancrages et appuis »). Il est activé par défaut dans ce cas, mais peut être désactivé à volonté de l'utilisateur. Si la case est cochée, l'écran sera considéré comme auto-stable (en console) pour la phase sélectionnée et les vérifications ELU se feront sur la base d'un calcul MEL au lieu d'un calcul MISS (cf. partie C du manuel). Si la case est cochée, K-Réa créera automatiquement une action **Coefficients MEL** (cf. § B.5.7.1).

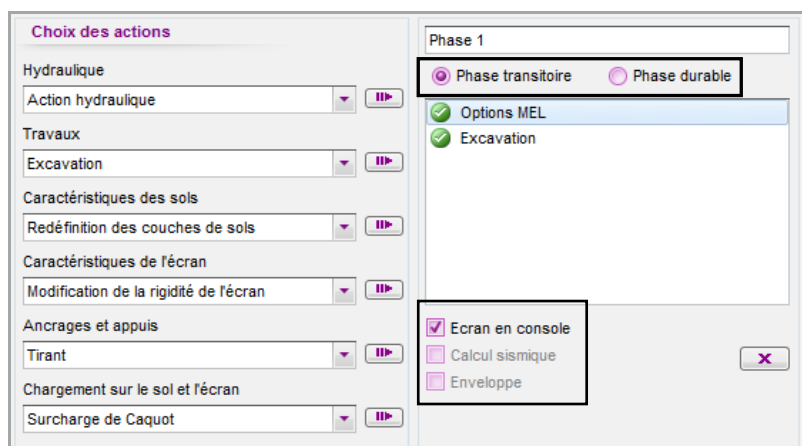


Figure B 58 : Cadre de choix des actions pour une phase de calcul (cas d'un projet avec vérifications ELU)

Dans tous les cas (projets avec ou sans vérifications ELU), les cases à cocher « **Calcul sismique** » et « **Enveloppe** » sont disponibles.

La case à cocher « **Calcul sismique** » permet de réserver la phase en question à un calcul sous séisme. La particularité d'une telle phase est que :

- elle est sans issue dans la mesure où elle ne modifie pas le phasage principal constitué de phases « non sismiques » ;


- aucune action du cadre « Choix des actions » ne peut être ajoutée par l'utilisateur. Inversement, l'option « Calcul sismique » est désactivée et inaccessible dans les phases contenant au moins une action non automatique.

La définition de cette action est détaillée dans § B.5.8.

La case à cocher « **Enveloppe** » permet d'assembler les courbes des résultats de plusieurs phases successives. A titre d'exemple :

- Si aucune case « Enveloppe » n'est cochée dans un projet, une famille de courbes enveloppes apparaîtra et rassemblera les extrema des déplacements, efforts tranchants et moments fléchissants calculés pour sur la base de toutes les phases.
- Si un projet contient 5 phases en plus de la phase initiale et que la case « Enveloppe » a été cochée uniquement en phase 3, deux courbes enveloppes (extrema des déplacements, efforts tranchants et moments fléchissants) seront représentées pour les phases 1 à 3 et 4 à 5 respectivement.

Remarque : La case enveloppe ne peut être sélectionnée ni en phase initiale, ni en phase 1 (les résultats de la phase 1 constituent leur propre enveloppe) ni en dernière phase.

Le bouton **Supprimer**  supprime l'action sélectionnée dans la liste des actions de la phase en cours. Attention, pour alléger la manipulation, l'action est supprimée sans demande de confirmation.

#### B.4.4. Cadre de définition des actions

Le cadre de définition des actions apparaît en bas à droite de l'interface K-Réa (juste sous le cadre de choix des actions). Il permet de définir l'action sélectionnée.

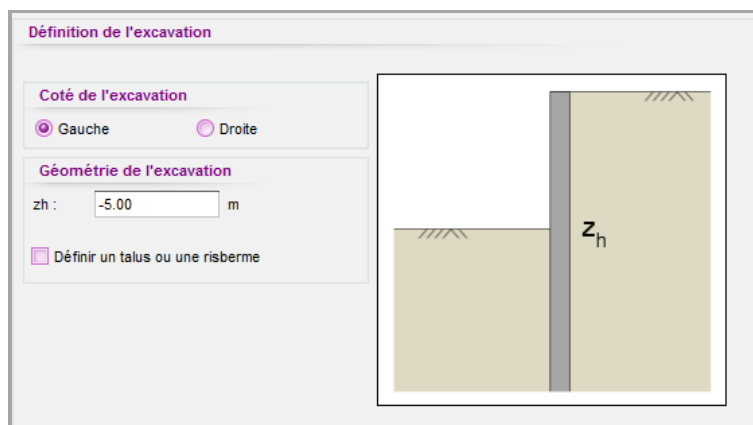


Figure B 59 : Cadre de définition des actions (exemple d'une excavation)



Chaque action possède un cadre de définition des actions qui lui est propre. Il est composé en général d'une partie gauche consacrée à la saisie des paramètres définissant l'action et d'une partie droite affichant un schéma de principe sur lequel sont illustrés ces paramètres.




La Figure B 59 montre le cadre de définition d'une excavation. La liste de choix apparaissent en rose/violet et les cases à renseigner apparaissent en blanc. Cet exemple illustre un terrassement côté gauche à la cote -5.00 m.

L'ensemble des cadres de définition sont explicités au chapitre B.5 dans les paragraphes dédiés aux actions correspondantes.

### B.4.5. Validation / Calcul / Résultats

Une action est validée si ses paramètres obligatoires sont bien complétés. Elle se voit donc affectée d'une coche verte dans la liste des actions.

Les boutons Calculer  et Résultats  sont accessibles depuis la barre des boutons.

-  : lance le calcul ;
-  : ouvre la fenêtre des résultats (désactivé si le projet n'a pas encore été calculé).
-  : ouvre les résultats des vérifications EC7. Ce bouton est actif seulement si les vérifications à l'ELU ont été demandées dans les options du projet et si le projet est calculé. Ces vérifications sont également accessibles depuis la fenêtre des résultats, pour chacune des phases (cf. chapitre B.6.4).

## B.4.6. Définition du phasage pour un projet de type « Ecran Simple »

### B.4.6.1. Projets sans vérifications ELU

Par défaut, K-Réa crée toujours une première phase de calcul « P00 » intitulée « phase initiale » comme illustré sur la figure ci-dessous :

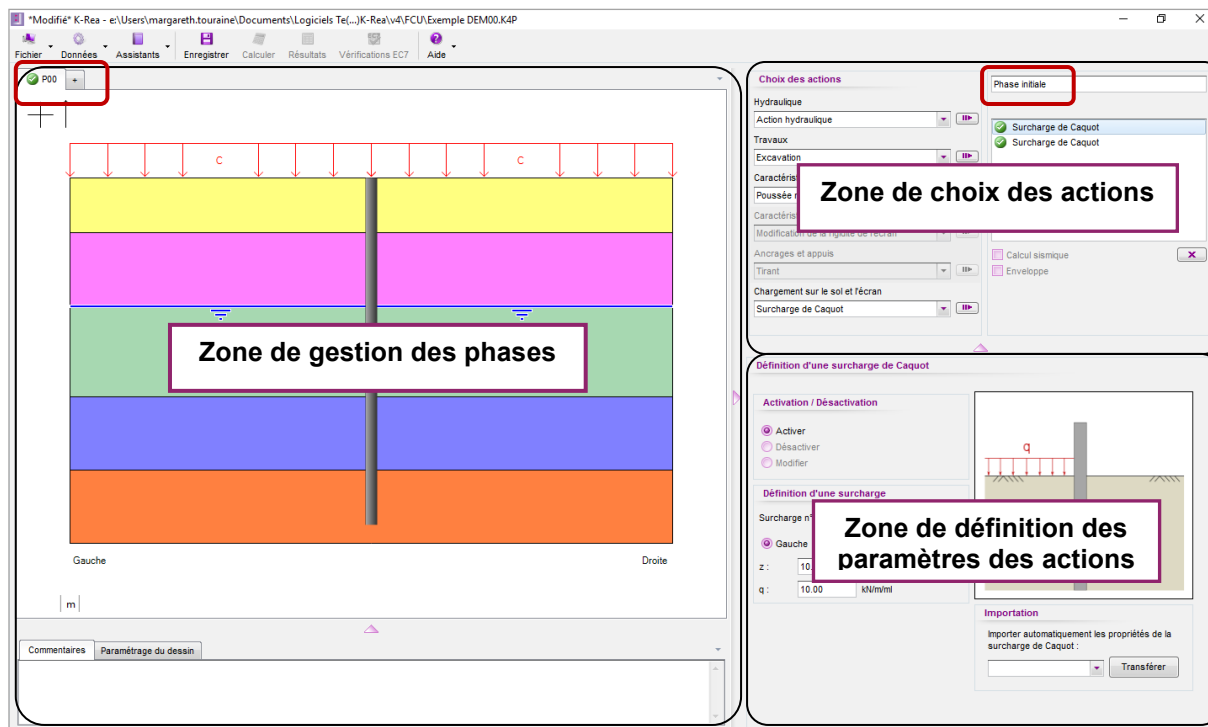



Figure B 60 : Phase initiale

Les actions disponibles en phase initiale sont les suivantes :

- « Action hydraulique » ;
- « Excavation » et « Remblaiement » ;
- « Poussée réduite » ;
- « Surcharge de Caquot » et « Surcharge de Boussinesq ».

Le fonctionnement du cadre des actions a été décrit dans le chapitre B.4.3 et le détail des actions est donné dans §B.5. Si des actions sont appliquées dans la phase initiale, elles seront représentées sur la coupe du projet après leur validation.

Ensuite, pour créer la phase 1, cliquer sur l'onglet  situé à droite de celui de la phase initiale, ou utiliser le menu contextuel de l'onglet de la phase initiale (clic droit puis « Ajouter »). Cette action va créer un nouvel onglet « P01 » portant par défaut le nom de « Phase 1 ». Il convient de définir les actions voulues pour cette phase 1 (en fonction de votre projet). Après chaque création d'action dans la phase 1, la représentation graphique du projet sera actualisée en conséquence.

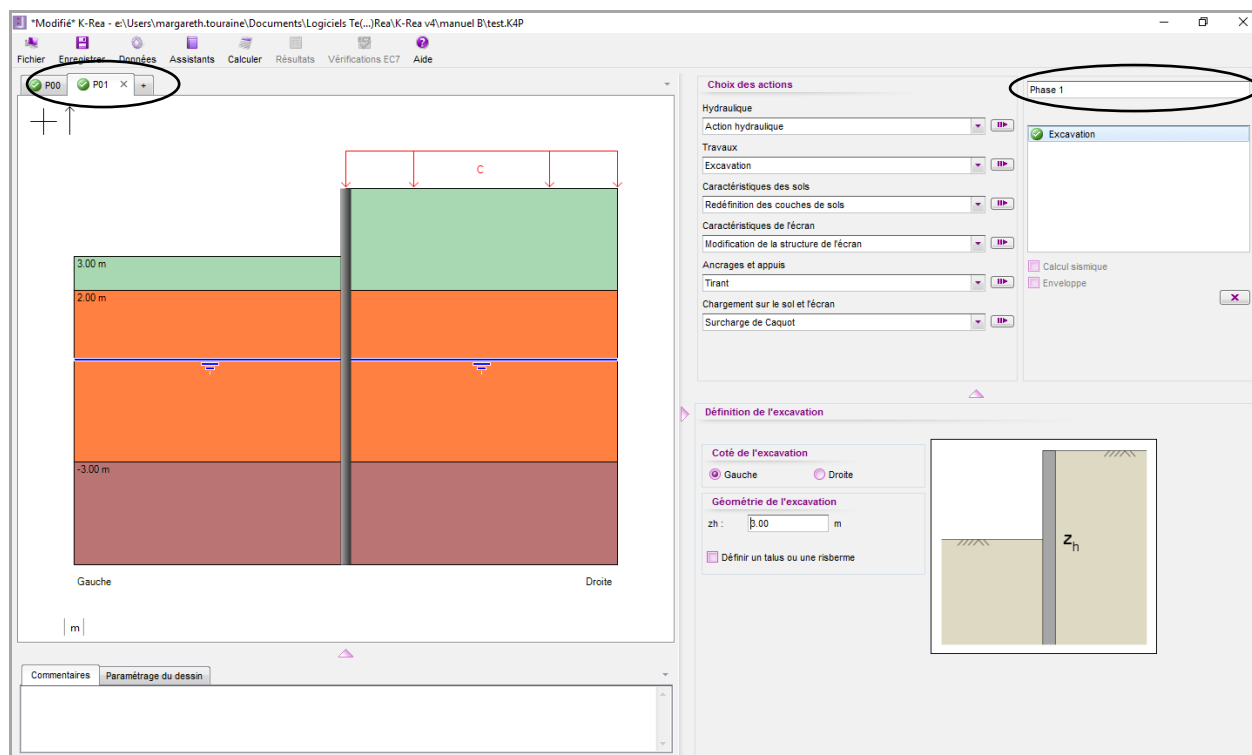


Figure B 61 : Création et affichage de la phase 1 d'un projet

Il suffit ensuite de procéder de même pour les phases suivantes, jusqu'à avoir complété le phasage du projet étudié. A chaque ajout d'une nouvelle phase, l'onglet correspondant apparaîtra à la suite des onglets existants et portera un nom du type « PXX » où XX correspond à l'ordre de la phase dans le projet, un titre modifiable du type « Phase XX » lui est également affecté par défaut.

Les onglets du cadre de gestion des phases permettent une navigation rapide entre les phases de calcul du projet par simple clic (pendant la définition du phasage mais également après le calcul pour visualiser les résultats).

#### B.4.6.2. Projets avec vérifications ELU

Dans le cas d'un projet avec vérifications ELU, K-Réa demande la saisie de données complémentaires pour la définition des phases et des actions.

Ainsi, il faut préciser pour chaque phase s'il s'agit d'une **Phase transitoire** ou **durable**.

Il faudra également indiquer, par phase, si l'écran doit être considéré comme autostable (en console - calcul MEL) ou ancré (calcul MISS). L'option **Ecran en console** est automatiquement désactivée et inaccessible lorsqu'un appui est actif dans la phase considérée, sauf s'il s'agit d'un tirant sans précontrainte, qui n'est pas actif dans sa phase de pose.

Dans les phases pour lesquelles l'écran est considéré en console, K-Réa crée automatiquement une action **Options MEL**. Cette dernière permet de contrôler les surexcavations, la méthode de calcul MEL utilisée, le côté de la butée et si nécessaire les paramètres de la contre-butée, notamment son inclinaison, pour la phase en cours (cf. chapitre B.5.7.1).



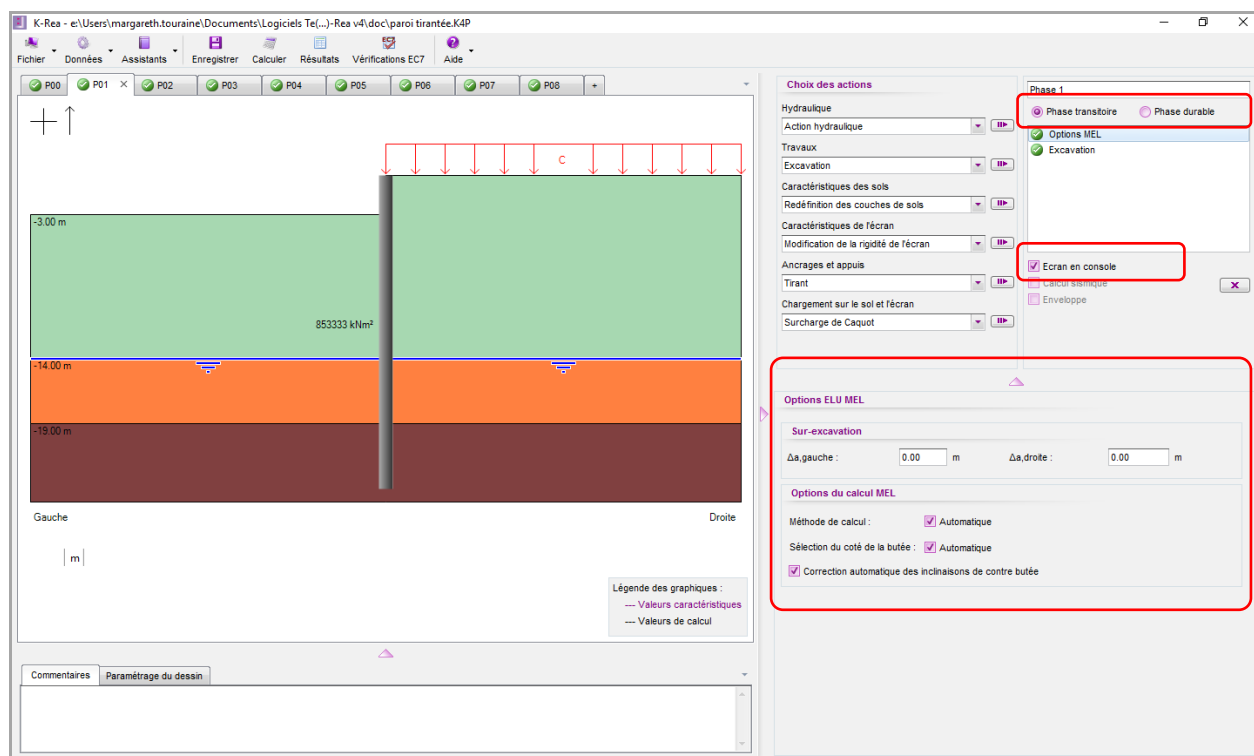


Figure B 62 : Exemple de données supplémentaires pour les projets avec vérifications ELU dans le cas d'une phase où l'écran est considéré comme autostable

Dans les phases pour lesquelles l'écran est ancré, K-Réa crée automatiquement une action **Options ELU (MISS)**. Cette dernière permet de contrôler les surexcavations (cf. chapitre B.5.7.1 et chapitre B.5.7.2).

### B.4.7. Définition du phasage pour un projet de type « Double-Ecran »

Le principe de création/gestion du phasage pour un projet double-écran est le même que pour un projet écran simple. Les actions à appliquer sur chacun des 2 écrans devront être définies.

A cet effet deux boutons apparaissent en tête du cadre de définition de chaque action afin de pouvoir l'attribuer à l'écran 1 ou à l'écran 2. Cela concerne toutes les actions compatibles avec un écran simple, seules les actions liaisons linéiques et surfaciques font l'exception.

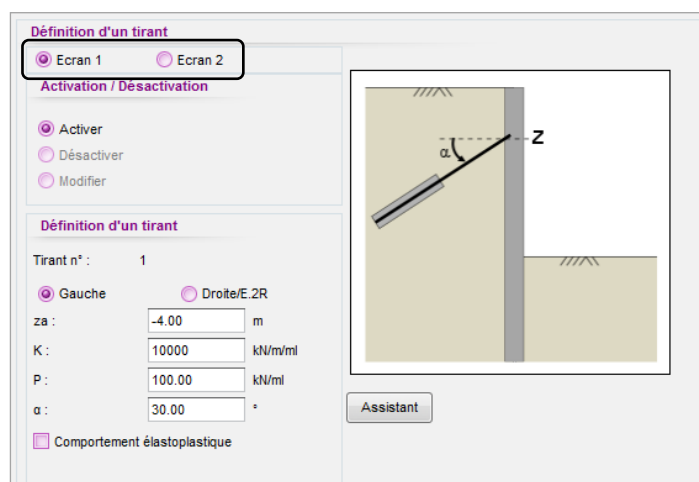


Figure B 63 : Projet double-écran : choix de l'Ecran 1 / Ecran 2

De plus, les actions de la phase en cours sont préfixées par l'écran auquel elles sont rattachées :

- Ecran 1 : texte en noir ;
- Ecran 2 : texte en **bleu**.

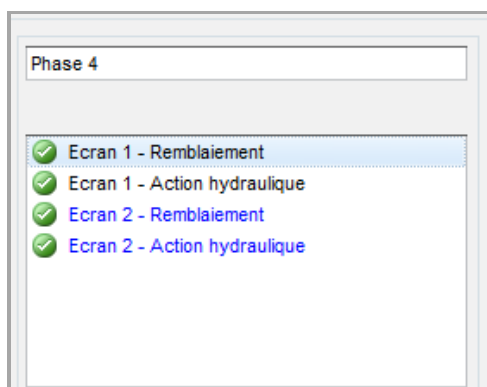


Figure B 64 : Projet double-écran : affichage des actions propres à chaque écran

Enfin, les deux écrans peuvent être reliés par une ou plusieurs liaisons sans limitation sur leur nombre. Ces dernières peuvent être soit linéiques (tirants ou butons) soit surfaciques (dalles). Les interactions entre les deux écrans se font uniquement à travers ces liaisons. En effet, K-Réa ne considère aucune interaction entre les 2 écrans via le massif de sol qui les sépare (cf. partie C du manuel).

Pour en savoir davantage sur les liaisons, veuillez-vous reporter aux chapitres B.5.5.6 et B.5.5.7.

## B.5. Description des actions définies au cours du phasage

K-Réa propose au total 25 actions, dont 3 sont automatiques, permettant de simuler le phasage de construction d'un projet donné. Le tableau suivant présente ces actions par groupe :

<b>Hydraulique</b>	Action hydraulique <sup>(1)</sup>
<b>Travaux</b>	Excavation <sup>(1)</sup> Remblaiement <sup>(1)</sup> Pose de blindage (Berlinoise)
<b>Caractéristiques des sols</b>	Poussée réduite <sup>(2)</sup> Redéfinition des couches de sol Diagramme de pressions imposées
<b>Caractéristiques de l'écran</b>	Modification de la rigidité de l'écran Modification de la structure de l'écran
<b>Ancrages</b>	Tirant Buton Encastrement Lierne circulaire Appui surfacique Liaison linéique <sup>(3)</sup> Liaison surfacique <sup>(3)</sup>
<b>Chargement sur le sol et l'écran</b>	Surcharge de Caquot <sup>(1)</sup> Surcharge de Boussinesq <sup>(1)</sup> Surcharge de Graux Force linéique Moment linéique Charge trapézoïdale
<b>Actions créées automatiquement</b>	Options MEL <sup>(4)</sup> Options ELU (MISS) <sup>(4)</sup> Séisme (Calcul sismique) <sup>(4)</sup>

(1) Cette action existe en phase initiale et en phases courantes ;

(2) Cette action existe uniquement en phase initiale ;

(3) Cette action est disponible exclusivement dans le cas de projets de type double-écran ;

(4) Cette action est créée automatiquement par K-Réa en fonction de l'état des options détaillées en § B.4.3. L'utilisateur doit toujours vérifier les paramètres prédéfinis, voire les modifier et les compléter si une telle action est présente.

Le reste des actions existent uniquement dans les phases courantes, soit dans toutes les phases à l'exception de la phase initiale.

Tableau B 2 : Actions disponibles pour la définition du phasage

L'application d'une action se fait par l'intermédiaire du cadre de choix des actions décrit dans le chapitre B.4.3.

Le présent chapitre est consacré au détail des actions. Chaque sous-paragraphe comportera le principe d'une action, illustré éventuellement par un schéma ou une capture d'écran, suivi de la désignation des données d'entrée correspondantes.

### B.5.1. Action hydraulique

Cette commande permet de définir les conditions hydrauliques et de corriger éventuellement les pressions d'eau afin de tenir compte soit d'un gradient hydraulique associé au régime d'écoulement accompagnant un rabattement de nappe, soit de la présence de passages imperméables ou de nappes perchées dans les différentes couches.

Il est important de noter que la définition d'une action hydraulique impacte à la fois le calcul de la pression d'eau s'exerçant horizontalement sur l'écran et celui de la contrainte effective verticale dans le sol (pour plus d'informations, consulter la partie C du manuel).

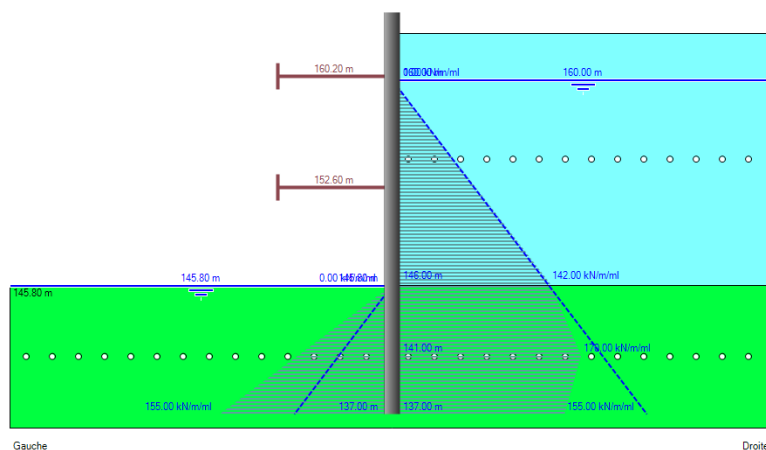


Figure B 65 : Exemple de définition d'un gradient hydraulique

Paramètres à renseigner :

- Côté concerné par l'action hydraulique :
  - « **Gauche** ou **Droite** » pour un projet écran simple ;
  - « **Gauche** ou **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** ou **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- **z<sub>w</sub>** : niveau (cote ou profondeur) de la nappe hydrostatique.

De plus, il est possible d'imposer un diagramme de pressions ou de potentiels pour définir, par exemple, un gradient hydraulique. Pour ceci, il est nécessaire de cocher la case correspondante et de renseigner point par point :

- **Niveau** (cote ou profondeur) du point du diagramme ;
- **Potentiel** ou **Pression hydraulique** (selon l'option retenue dans la fenêtre « Titre et options ») à prendre en considération pour ce point.

**Définition de l'action hydraulique**

**Côté de l'action hydraulique**

☐ Gauche ☒ Droite

**Définition de la nappe**

zw :  m

☒ Définir un gradient hydraulique

**Définition du gradient**

	Niveau [m]	Pression [kN/m/m]
1	160.00	0.00
2	145.80	142.00
3	140.00	170.00
4	137.00	155.00
*		

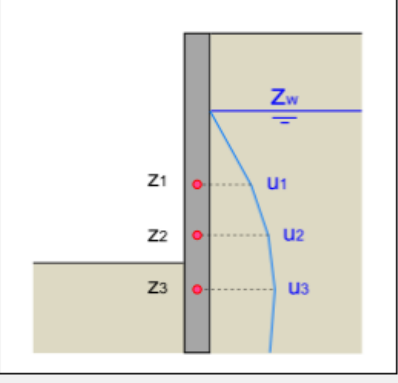


Figure B 66 : Cadre de définition de l'action hydraulique

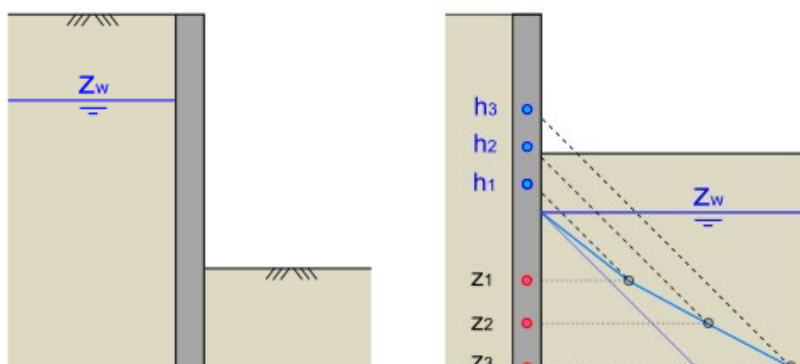


Figure B 67 : Définition des conditions hydrauliques : régime hydrostatique (à gauche) et gradient hydraulique (à droite)

## B.5.2. Actions « Travaux »

### B.5.2.1. Excavation

Cette action sert à la définition d'une excavation sur un côté de l'écran. Le niveau d'excavation est par défaut horizontal. Une option supplémentaire permet de définir une excavation sous forme de talus ou de risberme.

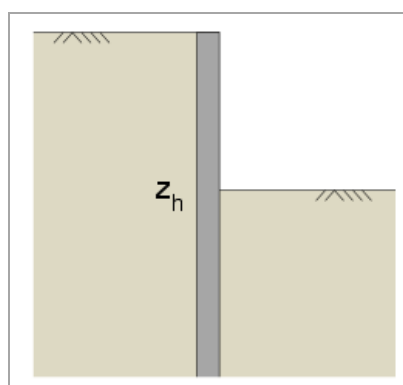


Figure B 68 : Définition d'une excavation

Paramètres à renseigner :

- Côté concerné par l'excavation :
  - « **Gauche** ou **Droite** » pour un projet écran simple ;
  - « **Gauche** ou **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** ou **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- $z_h$  : niveau (cote ou profondeur) d'excavation (m ou ft).

De plus, il est possible de définir une excavation sous forme de talus ou de risberme. Les paramètres supplémentaires à renseigner sont :

- « **Talus** ou **Risberme** » en fonction de la géométrie à définir ;
- $z_t$  : niveau de la tête du talus ou de la risberme (m ou ft) ;
- $a$  : distance entre la crête, du talus ou de la risberme, et l'écran  $> 0$  (m ou ft) ;
- $b$  : distance entre le pied, du talus ou de la risberme, et l'écran  $> 0$  (m ou ft) ;
- $\alpha_e$  : coefficient multiplicateur (initialisé à 1,00) servant pour corriger les surcharges de Boussinesq (cf. § B.5.6.2 et partie C du manuel).

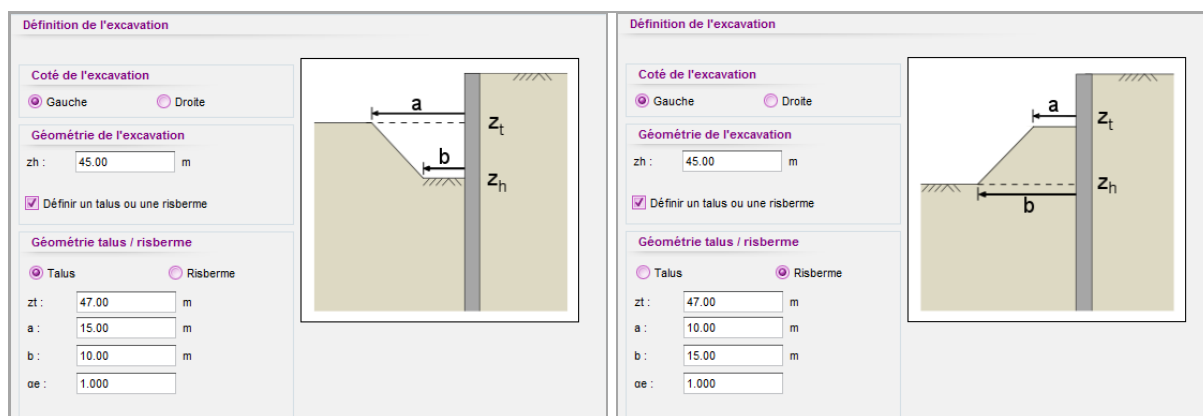


Figure B 69 : Définition d'une excavation sous forme de talus (à gauche) ou de risberme (à droite)

Quelques consignes liées à l'action « excavation » :

Cette action annule les surcharges de type Caquot, Boussinesq ou Graux existantes sur le sol du côté concerné par l'excavation. Pour les maintenir, il faut les définir à nouveau.

K-Réa ne vérifie pas la stabilité du talus ou de la risberme. Une telle vérification relève de la responsabilité de l'utilisateur et doit être préalablement réalisée par un modèle adapté (par exemple à l'aide de Talren v5).



Une action excavation horizontale annule systématiquement les effets (géométriques) liés à l'existence d'un talus ou d'une risberme, et ce quelque-soit la cote du terrassement.

Le niveau  $z_h$  d'une nouvelle excavation doit être inférieur au niveau précédent. Dans le cas d'un talus ou une risberme, le niveau  $z_t$  doit respecter également cette condition.

Le niveau inférieur d'un remblaiement ( $z_b$ ) sera considéré par défaut égal au niveau en contact avec l'écran précédemment. Si un talus ou risberme existe précédemment, le niveau  $z_b$  sera égal à son niveau supérieur, soit  $z_b = z_{t0}$ .

	Ancienne géométrie	Action postérieure	
		Excavation	Remblaiement
Projet défini en cotes	Talus entre $[z_{h0}, z_{t0}]$	$z_t \leq z_{t0}$ $z_h \leq z_{h0}$	$z_t \geq z_{h0}$ $z_h \geq z_{t0}$
	Risberme entre $[z_{h0}, z_{t0}]$	$z_t \leq z_{t0}$ $z_h \leq z_{h0}$	$z_t \geq z_{t0}$ $z_h \geq z_{t0}$
Projet défini en profondeurs	Talus entre $[z_{h0}, z_{t0}]$	$z_t \geq z_{t0}$ $z_h \geq z_{h0}$	$z_t \leq z_{h0}$ $z_h \leq z_{h0}$
	Risberme entre $[z_{h0}, z_{t0}]$	$z_t \geq z_{t0}$ $z_h \geq z_{h0}$	$z_t \leq z_{t0}$ $z_h \leq z_{t0}$

Tableau B 3 : Critères de définition des niveaux d'excavation et remblaiement après une géométrie du terrain naturel de type talus ou risberme

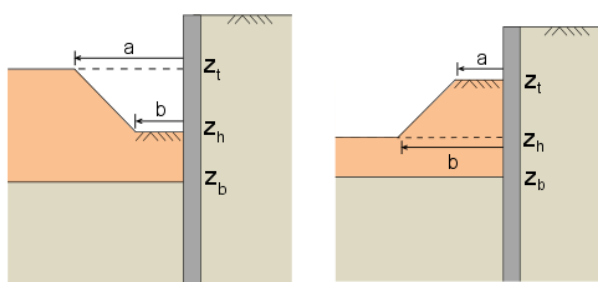


Figure B 70 : Figures d'aide pour une action de remblaiement après une géométrie de type talus (à gauche) ou de type risberme (à droite)

### B.5.2.2. Remblaiement

Cette fonctionnalité permet de réaliser un remblaiement dont la base repose sur le sol existant. La surface supérieure du remblai est par défaut horizontale, mais il est possible de définir une géométrie de type talus ou risberme en utilisant l'option dédiée.

Les paramètres à renseigner sont :

- **Nom de la couche** constituant le remblai ;
- Couleur du remblai sur la coupe (choix dans une palette de couleurs) ;
- Côté concerné par le remblaiement : « **Gauche** ou **Droite** » pour un projet écran simple ; « **Gauche** ou **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** ou **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- $z_t$  : niveau du toit du remblai (m ou ft) ;
- $z_b$  : niveau de la base du remblai (m ou ft) prédéfini automatiquement par l'interface.

Si la définition d'un talus ou d'une risberme est activée, les paramètres supplémentaires suivants sont à définir :

- « **Talus** ou **Risberme** » type de géométrie à définir ;
- $z_h$  : niveau de la base du talus ou de la risberme (m ou ft) ;
- $a$  : distance entre la crête, du talus ou de la risberme, et l'écran  $> 0$  (m ou ft) ;
- $b$  : distance entre le pied, du talus ou de la risberme, et l'écran  $> 0$  (m ou ft) ;
- $\alpha_e$  : coefficient multiplicateur (initialisé à 1,00) servant pour corriger les surcharges de Boussinesq (cf. § B.5.6.2 et partie C du manuel).

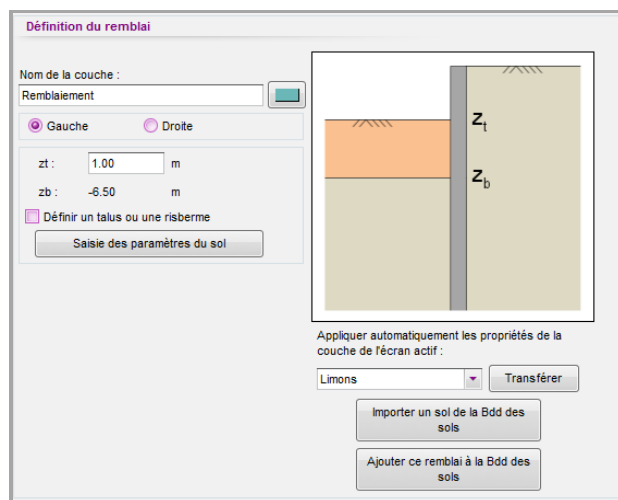
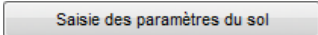
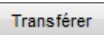
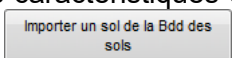
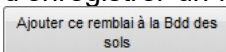


Figure B 71 : Zone de définition d'un remblaiement

Il est possible :

- de saisir ou de modifier les paramètres d'un remblai en cliquant sur le bouton  ;
- d'importer les caractéristiques d'un sol existant dans le projet en cours, en le sélectionnant dans la liste déroulante située sous la figure d'aide et en cliquant sur le bouton  ;
- d'importer les caractéristiques d'un sol existant dans la base de données en cliquant sur le bouton  ;
- d'enregistrer un remblai dans la base de données des sols en cliquant sur le bouton  .

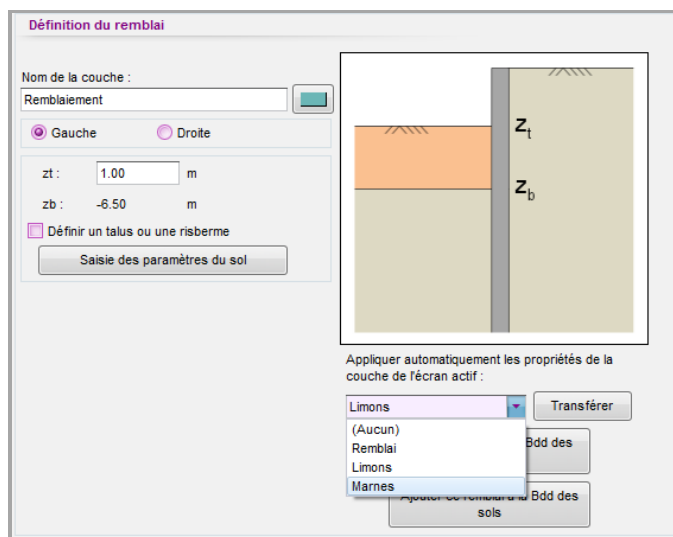
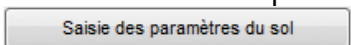


Figure B 72 : Possibilité d'importer les propriétés d'une couche de sol définie précédemment

Pour définir les paramètres du sol constituant le remblai, il faut cliquer sur  pour ouvrir le formulaire de saisie.



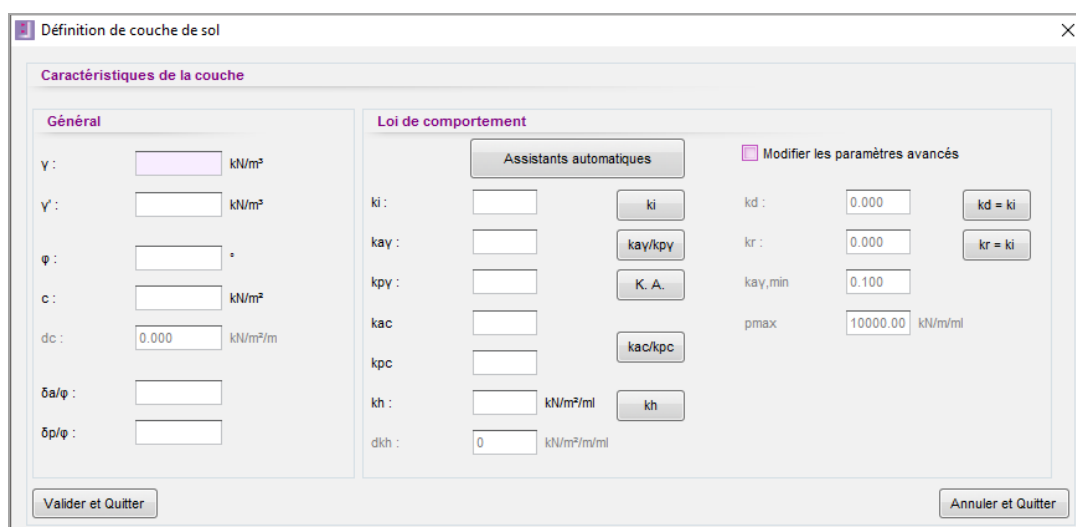


Figure B 73 : Fenêtre de définition du sol de remblaiement

Les paramètres à renseigner sont les suivants :

- $\gamma$  et  $\gamma'$  : poids volumiques humide et déjaugé ( $\text{kN/m}^3$  ou  $\text{kcf}$ ) ;
- $\phi$  : angle de frottement interne ( $^\circ$ ) ;
- $c$  et  $dc$  : cohésion et sa variation en profondeur ( $\text{kN/m}^2$  et  $\text{kN/m}^2/\text{m}$  ou  $\text{ksf}$  et  $\text{ksf/ft}$ ) ;
- $\delta_a/\phi$  et  $\delta_p/\phi$  : obliquités des contraintes de poussée et de butée limites ;
- $k_i$  : coefficient de poussée initiale ;
- $k_{ay}$ ,  $k_{py}$ ,  $k_{ac}$  et  $k_{pc}$  : coefficients de poussée et de butée ;
- $k_h$  et  $dk_h$  : coefficient de réaction horizontale et sa variation en profondeur ( $\text{kN/m}^2/\text{ml}$  et  $\text{kN/m}^2/\text{m/ml}$  ou  $\text{ksf/lft}$  et  $\text{ksf/ft/lft}$ ) ;
- $k_d$  et  $k_r$  : coefficients de décompression et de recompression ;
- $k_{ay,min}$  et  $p_{max}$  : coefficient de poussée minimale et pression maximale admissible.

Cocher la case « **Modifier les paramètres avancés** » permet la modification de  $dc$ ,  $dk_h$ ,  $k_d$ ,  $k_r$ ,  $k_{ay,min}$  et  $p_{max}$ .

Les assistants présents dans cette fenêtre correspondent aux mêmes assistants disponibles dans la fenêtre de définition des couches de sol.

Quelques consignes liées à l'action « remblaiement » :

K-Réa ne vérifie pas la stabilité du talus ou de la risberme. Une telle vérification relève de la responsabilité de l'utilisateur et doit être préalablement réalisée par un modèle adapté (par exemple à l'aide de Talren v5).



La partie C du manuel détaille la prise en compte d'un remblaiement, notamment en ce qui concerne la phase de mise en place.

Le coefficient  $k_i$  est pris couramment dans l'intervalle  $[k_a, k_0]$  : l'utilisation de  $k_0$  correspond en général au cas de remblais compactés, tandis que l'utilisation de  $k_a$  est à privilégier pour des remblais mis en place de manière purement gravitaire.

Il est possible de créer plusieurs remblais successifs avec des caractéristiques différentes du même côté de l'écran (dans des phases successives).

Cette action annule les surcharges sur le sol de type Caquot, Boussinesq ou

Graux qui étaient appliquées précédemment sur le côté concerné par le remblaiement. Pour les maintenir, il faut les redéfinir à nouveau.

Le niveau inférieur d'un remblaiement ( $z_b$ ) sera considéré par défaut égal au niveau en contact avec l'écran précédemment. Si un talus ou risberme existe précédemment, le niveau  $z_b$  sera égal à son niveau supérieur, soit  $z_b = z_{t0}$ .

Le tableau B3 récapitule l'application de ces règles.

### B.5.2.3. Pose de blindage (Berlinoise)

Cette action permet de simuler la pose du blindage d'un écran discontinu (p. ex. : paroi berlinoise ou parisienne).

Elle est uniquement disponible en cours de phasage si une action « **Poussée réduite** » a été définie en phase initiale.

Le paramètre à renseigner pour définir la pose de blindage est :

- $z$  : niveau inférieur de la zone de pose de blindage (m, ft).

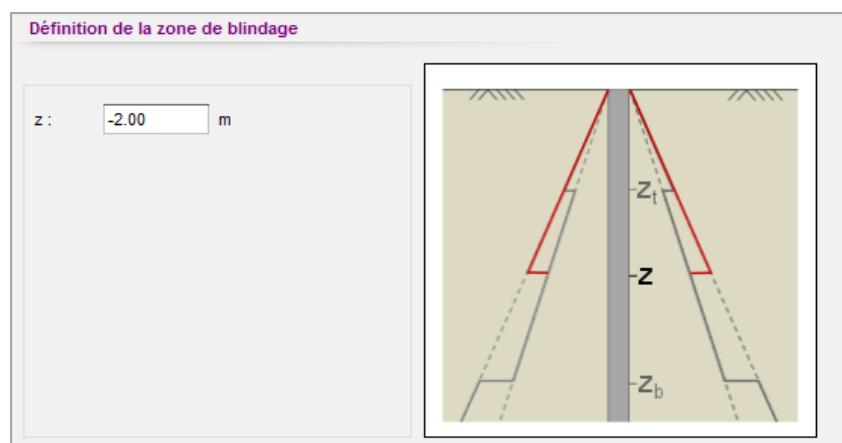


Figure B 74 : Cadre de définition de la pose de blindage

La poussée qui a été réduite par l'action « Poussée réduite » en phase initiale est rétablie à 100% de sa valeur au-dessus du niveau  $z$ , de même pour la butée, les poussées d'eau et le coefficient de réaction.

La pose de blindage démarre toujours au niveau de la tête de l'écran et se complète en descendant dans des phases de pose successives.

### B.5.3. Caractéristiques des sols

#### B.5.3.1. Redéfinition des couches de sol

Cette action permet de modifier les caractéristiques d'une couche de sol en cours du phasage. La modification des paramètres de cette couche peut se faire à gauche, à droite ou des deux côtés de l'écran.

Les données à renseigner sont les suivantes :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » uniquement pour un projet double-écran ;
- « **Gauche** », « **Droite** » ou « **Gauche et droite** » ;
- **Nom de la couche de sol** à modifier : sélectionnable avec la souris par l'intermédiaire de la liste déroulante ;
- Nouveaux paramètres : fenêtre de saisie accessible via le bouton Saisie des paramètres du sol.

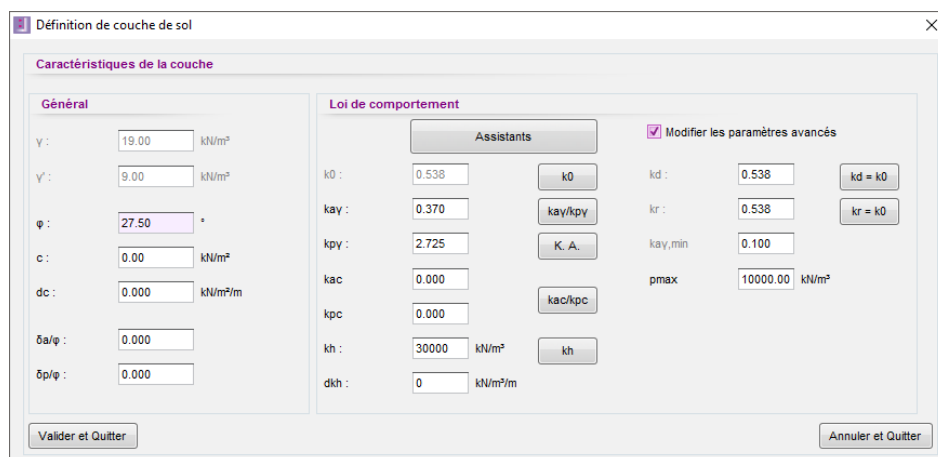


Figure B 75 : Fenêtre pour redéfinir une couche de sol en cours de phasage

Les paramètres modifiables sont :



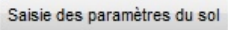
- $\phi$  : angle de frottement interne ( $^{\circ}$ ) ;
- $c$  et  $dc$  : cohésion et sa variation en profondeur ( $\text{kN/m}^2$  et  $\text{kN/m}^2/\text{m}$  ou  $\text{ksf}$  et  $\text{ksf/ft}$ ) ;
- $\delta_a/\phi$  et  $\delta_p/\phi$  : obliquités des contraintes de poussée et de butée limites ;
- $k_{ay}$ ,  $k_{py}$ ,  $k_{ac}$  et  $k_{pc}$  : coefficients de poussée et de butée ;
- $k_h$  et  $dk_h$  : coefficient de réaction horizontal et sa variation en profondeur ( $\text{kN/m}^2/\text{ml}$  et  $\text{kN/m}^2/\text{m/ml}$  ou  $\text{ksf/ft}$  et  $\text{ksf/ft/ft}$ ) ;
- $k_d$  et  $k_r$  : coefficients de décompression et de recompression ;
- $k_{ay,min}$  et  $p_{max}$  : coefficient de poussée minimale et pression maximale admissible.

Cocher la case « **Modifier les paramètres avancés** » permet la modification de  $dc$ ,  $dk_h$ ,  $k_d$ ,  $k_r$ ,  $k_{ay,min}$  et  $p_{max}$ . Les paramètres  $\gamma$ ,  $\gamma'$  et  $k_0$ , non modifiables, sont affichés pour rappel.

Cette action permet de modifier un ou plusieurs paramètres d'une couche de sol, indépendamment les uns des autres. Les assistants présents dans la fenêtre de définition des couches de sol sont également disponibles sur cette fenêtre.

La modification des paramètres s'applique à la couche choisie à partir de la phase en cours. Pour modifier les paramètres d'une autre couche, il faut ajouter une autre action

« **Redéfinition des couches de sol** » dans la liste des actions de la même phase, choisir l'autre couche à modifier puis saisir les nouveaux paramètres. Cette procédure est à répéter autant de fois que souhaité.

Dans le cadre de définition des nouveaux paramètres d'une couche de sol, le bouton  permet de compléter automatiquement les paramètres en récupérant l'ensemble de paramètres définis dans la phase précédente. De manière analogue, le bouton  permet d'importer les paramètres initiaux de la couche de sol considérée. Les valeurs copiées sont ensuite modifiables en consultant la fenêtre de l'assistant de saisie des paramètres de sol : .

### B.5.3.2. Diagramme de pressions imposées

Cette action permet d'imposer les diagrammes de pressions (limites ou au repos) d'un côté de l'écran. Elle est applicable dans le cas où la configuration du terrain ne permet pas d'utiliser les coefficients de poussée (limites ou au repos) appliqués par défaut dans K-Réa.

Le diagramme de pressions de poussée ou butée limite peut être calé à l'aide de la méthode cinématique du calcul à la rupture implémentée sur Talren. La méthode permet de considérer tout type de situations, en particulier les géométries très complexes (profil de terrain naturel quelconque avec des couches de sol par forcément horizontales et régulières). La prise en compte des renforcements est également possible si l'on souhaite considérer son rôle vis-à-vis de la stabilité de l'écran. La méthode de calcul à la rupture permet également de considérer la présence de conditions sismiques si l'utilisateur le souhaite.

Pour imposer un diagramme de pression, compléter les paramètres suivants :

- « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet écran simple ;
- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » ;  
« **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- Pour chaque type de pression, deux modes de gestion sont proposés :
  - **Automatique** : dans ce cas, le moteur de calcul génère automatiquement le diagramme de pressions limites et au repos du sol comme si l'action « Diagramme de pressions imposées » n'existait pas ;
  - **Imposé** : dans ce cas, le moteur de calcul utilise le diagramme imposé défini point par point par l'utilisateur et le complète, le cas échéant, par celui généré automatiquement. Il est possible de modifier les diagrammes suivants :
    - Poussée limite  $p_a$  ;
    - Pression au repos  $p_0$  ;
    - Butée limite  $p_b$ .

Lorsqu'au moins l'un des diagrammes a pour mode de définition « Imposé », un tableau apparaît en bas du cadre de l'action et permet de définir un diagramme point par point :

- **z** : niveau du point du diagramme (m, ft) ;
- **$p_a$**  : valeur imposée de la poussée limite (kN/m/ml, kip/lft)
- **$p_0$**  : valeur imposée de la pression au repos (kN/m/ml, kip/lft) ;
- **$p_b$**  : valeur imposée de la butée limite (kN/m/ml, kip/lft).

Une interprétation graphique est proposée exclusivement pour les diagrammes imposés. Le code de couleur est le suivant :

- Noir : pression au repos  $p_0$  ;
- Bleu : butée limite  $p_b$  ;
- Rouge : poussée limite  $p_a$ .

Les valeurs de pressions limites à introduire correspondent à la projection horizontale du diagramme de poussée/butée éventuellement incliné. Comme évoqué précédemment, Ce diagramme peut être calé à l'aide de la méthode cinématique de calcul à la rupture implémenté sur Talren.

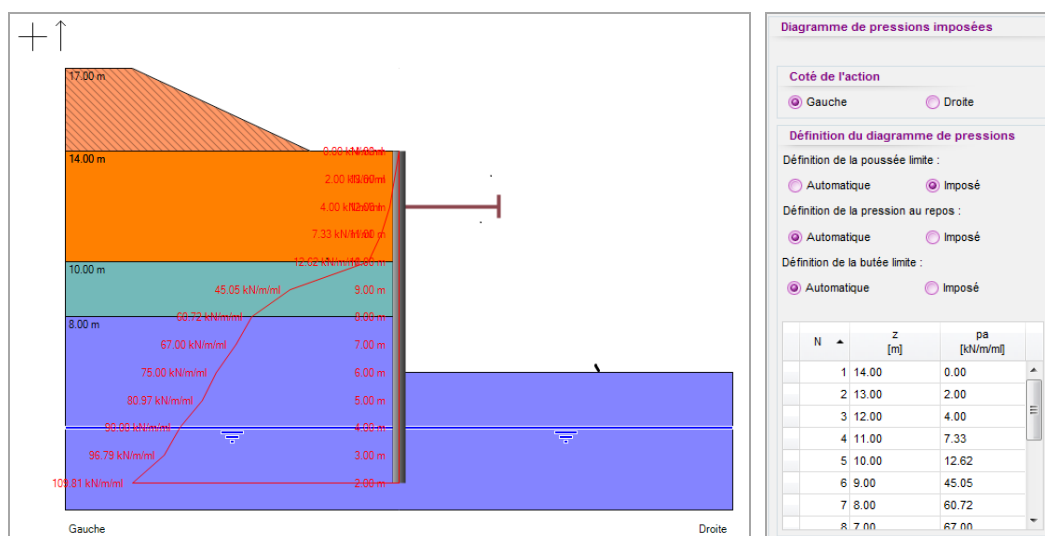


Figure B 76 : Définition d'un diagramme de pressions imposées

### B.5.3.3. Poussée réduite

L'action « Poussée réduite » est accessible uniquement en phase initiale.

Cette commande est utilisée dans le cas d'un écran discontinue (p. ex. : parois berlinoises ou parisiennes, paroi en jambes de pantalon, etc.). Elle permet de simuler le fait que les poussées du sol et de l'eau ne s'appliquent que sur une proportion de la largeur de l'écran  $R$  (comprise entre 0 et 1) et ce sur une hauteur délimitée par un niveau supérieur  $z_t$  et inférieur  $z_b$ . La butée appliquée sur la même largeur peut être multipliée par un coefficient d'épanouissement  $C$ . Le coefficient de réaction voit de même sa portée réduite.

Les paramètres nécessaires à la définition de cette action sont :

- $z_t$  : niveau supérieur de la zone d'application de la poussée réduite (m ou ft) ;
- $z_b$  : niveau inférieur de la zone d'application de la poussée réduite (m ou ft) ;
- $R$  : coefficient de réduction appliqué sur les pressions de sol (poussée, butée) ainsi que sur le coefficient de réaction ;
- $C$  : coefficient d'épanouissement supplémentaire appliqué uniquement sur la butée.

**Définition de la poussée réduite**

zt :  m

zb :  m

R :

C :

Entre zt et zb :

Poussée (coté terre) multipliée par R = 0.250

Butée (coté fouille) multipliée par R\*C = 0.500

Poussée de l'eau (2 cotés) multipliée par R = 0.250

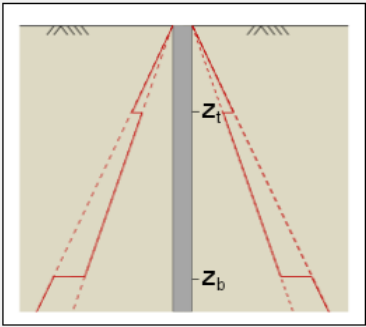


Figure B 77 : Cadre de définition de l'action poussée réduite

En pratique, cette action affecte les pressions du sol et de l'eau au droit de la zone  $[z_t, z_b]$  de la façon suivante :

- La poussée limite est multipliée par R
- La butée limite est multipliée par R x C
- La poussée de l'eau est multipliée par R
- Le coefficient de réaction est multiplié par R

Des informations complémentaires et un exemple d'application sont fournis respectivement dans les parties C et D du manuel.

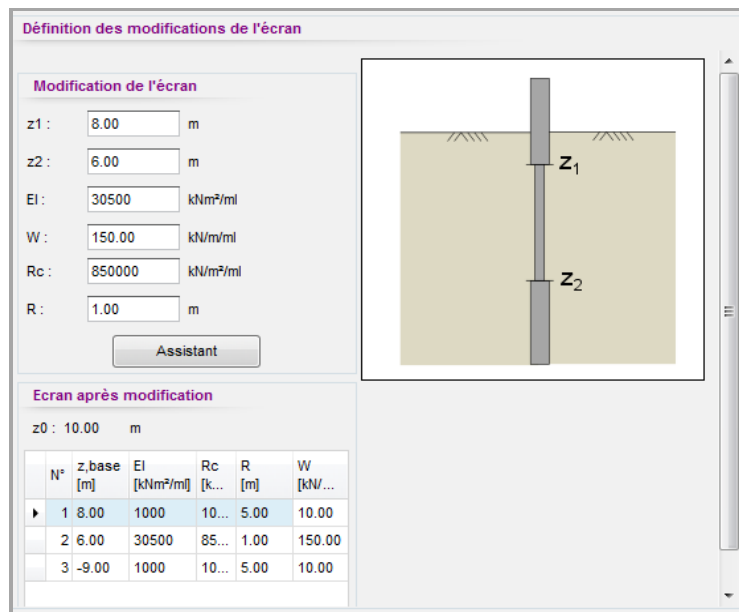
## B.5.4. Caractéristiques de l'écran

### B.5.4.1. Modification de la rigidité de l'écran

Cette action permet de modifier les caractéristiques mécaniques d'une section de l'écran délimitée par ses niveaux supérieur et inférieur.

Les paramètres à renseigner sont les suivants :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **z1** : niveau supérieur de la section concernée par le changement (m, ft) ;
- **z2** : niveau inférieur de la section concernée par le changement (m, ft) ;
- **EI** : produit d'inertie ( $\text{kNm}^2/\text{ml}$ ,  $\text{kip.ft}^2/\text{lft}$ ) ;
- **R<sub>c</sub>** : rigidité cylindrique ( $\text{kN/m}^2/\text{ml}$ ,  $\text{ksf/lft}$ ) si l'écran a été défini comme une enceinte cylindrique lors de la définition des données du projet ;
- **R** : rayon de la paroi (m, ft) si l'écran a été défini comme une enceinte cylindrique lors de la définition des données du projet ;
- **W** : poids propre surfacique ( $\text{kN/m/ml}$ ,  $\text{ksf/lft}$ ).



**Définition des modifications de l'écran**

**Modification de l'écran**

z1 : 8.00 m

z2 : 6.00 m

EI : 30500  $\text{kNm}^2/\text{ml}$

W : 150.00  $\text{kN/m/ml}$

Rc : 850000  $\text{kN/m}^2/\text{ml}$

R : 1.00 m

Assistant

**Ecran après modification**

z0 : 10.00 m

N°	z_base [m]	EI [ $\text{kNm}^2/\text{ml}$ ]	Rc [k...]	R [m]	W [ $\text{kN}/\text{m}$ ...]
1	8.00	1000	10...	5.00	10.00
2	6.00	30500	85...	1.00	150.00
3	-9.00	1000	10...	5.00	10.00

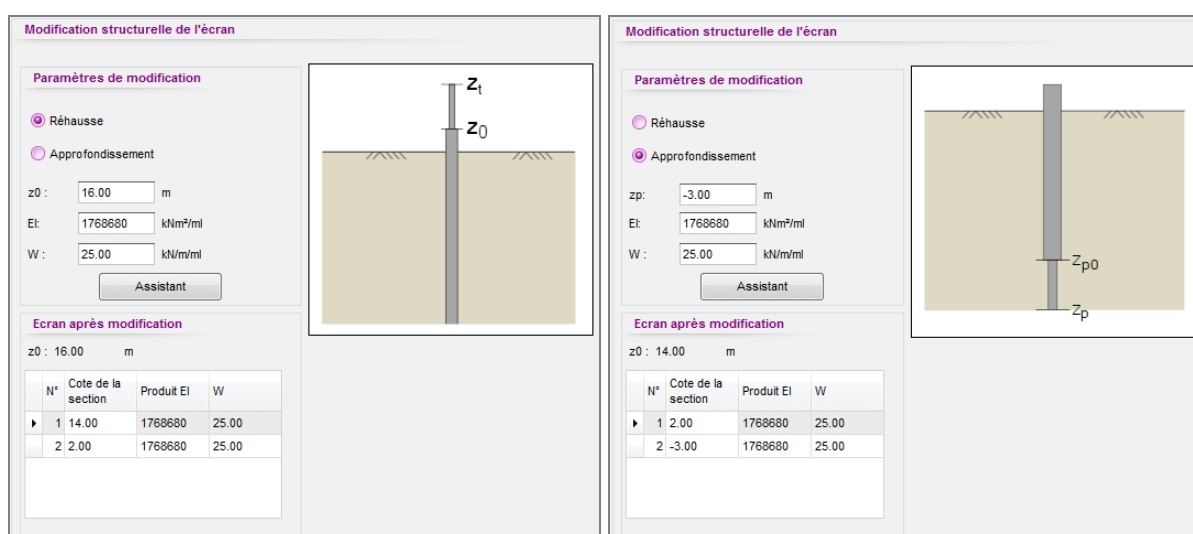
Figure B 78 : Cadre de modification de l'écran

### B.5.4.2. Modification de la structure de l'écran

Cette action permet de rehausser l'écran en tête ou de l'approfondir en pied.

Les paramètres à renseigner sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double écran ;
- **z0** : nouveau niveau de la tête de l'écran (m, ft) ;
- **EI** : produit d'inertie ( $\text{kNm}^2/\text{ml}$ ,  $\text{kip.Ft}^2/\text{lft}$ ) ;
- **Rc** : rigidité cylindrique ( $\text{kN/m}^3$ ,  $\text{KcF}$ ) si l'écran a été défini comme une enceinte cylindrique lors de la définition des données du projet ;
- **R** : rayon de la paroi (m, ft) si l'écran a été défini comme une enceinte cylindrique lors de la définition des données du projet ;
- **W** : poids propre surfacique ( $\text{kN/m/ml}$ ,  $\text{ksf/lft}$ ).



**Modification structurelle de l'écran**

**Paramètres de modification**

☒ Réhausse

☐ Approfondissement

z0 : 16.00 m

EI : 1768680  $\text{kNm}^2/\text{ml}$

W : 25.00  $\text{kN/m/ml}$

Assistant

**Ecran après modification**

z0 : 16.00 m

N°	Cote de la section	Produit EI	W
1	14.00	1768680	25.00
2	2.00	1768680	25.00

**Modification structurelle de l'écran**

**Paramètres de modification**

☐ Réhausse

☒ Approfondissement

zp : -3.00 m

EI : 1768680  $\text{kNm}^2/\text{ml}$

W : 25.00  $\text{kN/m/ml}$

Assistant

**Ecran après modification**

z0 : 14.00 m

N°	Cote de la section	Produit EI	W
1	2.00	1768680	25.00
2	-3.00	1768680	25.00

Figure B 79 : Zone de définition de la rehausse de l'écran (à gauche) ou de son approfondissement (à droite)

### B.5.5. Ancrages et appuis

Les ancrages, tirants scellés exceptés, travaillent selon l'un des deux modes définis dans « Options de calcul avancées » (dans la fenêtre « Titre et Options »). Ces modes sont considérés de la manière suivante :

- Activation dès la phase de mise en place : dans ce cas, la raideur de l'ancrage est **toujours** prise en compte dès la phase de pose ;
- Activation en deux temps si la précontrainte est active : la raideur n'est prise en compte qu'à partir de la phase postérieure à celle de la mise en place, **à condition que l'ancrage soit initialement précontraint**. Si ce n'est pas le cas, l'ancrage travaille comme dans le premier mode.

#### B.5.5.1. Tirant

Cette action permet d'activer, de modifier ou de désactiver un lit de tirants scellés. Par souci de simplification, nous désignerons « lit de tirants » par « tirant » dans la documentation et dans l'interface. Par convention, l'effort dans un tirant est positif en traction.

Lors de la pose d'un tirant (phase de mise en place), seule la précontrainte est prise en compte dans le calcul. La raideur du tirant est activée à partir de la phase suivante.



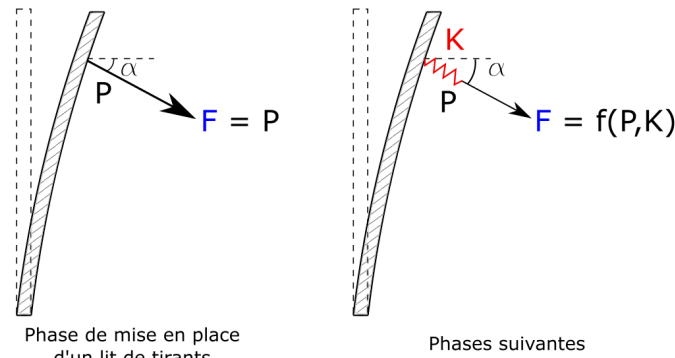


Figure B 80 : Comportement d'un tirant avec précontrainte


Les paramètres nécessaires à la définition d'un tirant sont :

- Choix de l'écran : « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- Choix « **Activer** » : choisi par défaut lors de la définition d'un nouveau tirant ;
- Choix du côté : « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet écran simple, « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- $z_a$  : niveau d'application (m ou ft) ;
- $K$  : raideur axiale (kN/m/ml ou kip/ft) ;
- $P$  : précontrainte comptée positivement en traction (kN/ml ou kip/ft) ;
- $\alpha$  : inclinaison du tirant par rapport à l'horizontale comptée positivement si l'angle est orienté vers le bas (°) ;
- $L_u$  : longueur utile du tirant (en m ou ft) usuellement prise égale à la distance, suivant l'axe du tirant, entre la tête d'ancrage et le point correspondant au milieu du scellement (voir aussi la vérification Kranz dans la partie C de manuel pour la validation de la valeur de  $L_u$  à retenir et dans la partie D pour des exemples de sa définition). Ce paramètre est demandé uniquement si les vérifications ELU sont activées ;
- $L_s$  : longueur de scellement du tirant (en m ou ft). Elle est à renseigner si l'option « Prise en compte de la longueur de scellement » a été choisie dans les « Options Kranz » groupées dans les « Options de calcul avancées » (cf. Partie D du manuel pour des exemples de définition de  $L_s$ ) ;

Si la case « **comportement élastoplastique** » est cochée, il est possible de définir un palier de « plastification » pour l'effort de traction :


- $F_{adm,tr}$  : effort admissible en traction (kN ou kip)



Le bouton  donne accès à l'**Assistant tirant** (partie droite de la figure ci-dessus). Il permet le calcul de la raideur du tirant et de l'effort de précontrainte par longueur unitaire à partir des formules indiquées dans la notice technique (Partie C du manuel).

- $e_h$  : entraxe (m) ;
- $E$  : module d'Young ( $\text{kN/m}^2$ ) ;
- $S$  : section de calcul ( $\text{m}^2$ ) ;
- $P$  : précontrainte (kN) ;
- $L_l$  : longueur libre (m) ;
- $L_s$  : longueur de scellement.

Après avoir renseigné les données d'entrée, les valeurs de K, P et Lu (uniquement pour les calculs à l'ELU) sont calculées par unité de longueur. Cliquer sur le bouton  pour reporter les valeurs dans le projet.

Une figure d'aide est disponible en cliquant sur le bouton  :



Cette figure « Données par tirant » précise la signification des paramètres d'entrée de l'assistant.

Pour **modifier un tirant** précédemment défini, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont les suivants :

- **K** : raideur axiale par longueur unitaire (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **P** : précontrainte (kN/ml ou kip/lft) ;
- **F<sub>adm,tr</sub>** : effort admissible en traction (kN ou kip).

La figure ci-dessous illustre l'apparition d'une liste déroulante constituée des tirants actifs dans la phase en question. Chaque tirant est identifié par :

- son numéro identificateur ;
- son niveau d'application ;
- sa raideur ;
- sa précontrainte ;
- son angle d'inclinaison.

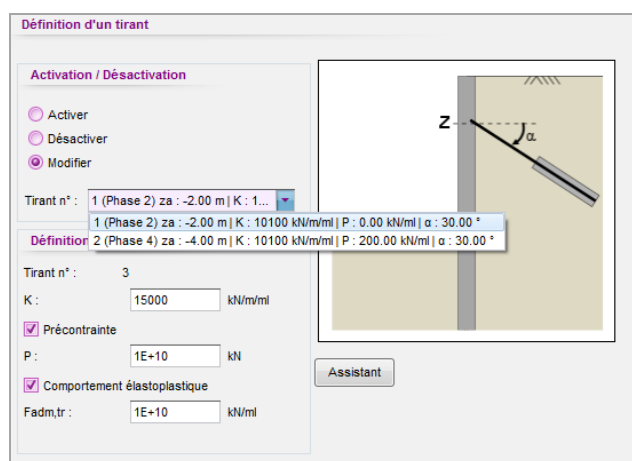


Figure B 83 : Modification d'un tirant

Pour **désactiver un tirant** précédemment défini, sélectionner « **Désactiver** ». La figure suivante montre la liste déroulante disponible contenant l'ensemble des tirants que l'utilisateur peut désactiver. Chaque tirant est identifiable par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- sa raideur ;
- sa précontrainte ;
- son angle d'inclinaison.

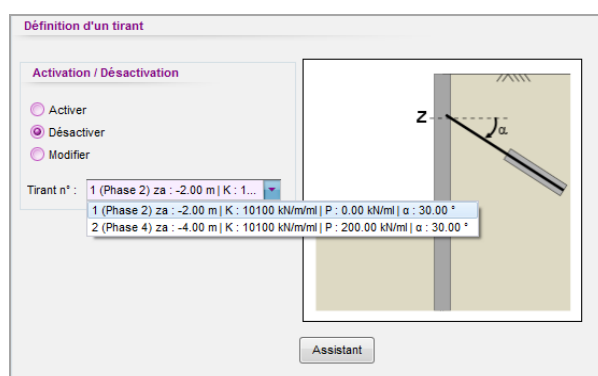


Figure B 84 : Désactivation d'un tirant

### B.5.5.2. Buton

Cette action permet d'activer, de modifier ou de désactiver un lit de boutons. Par souci de simplification, nous désignerons « lit de boutons » par « bouton » dans la documentation et dans l'interface. Par convention, l'effort dans un bouton est positif en compression.

Les paramètres à renseigner pour définir un bouton sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut lors de la définition d'un nouveau bouton ;
- « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet Ecran Simple, « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- $z_a$  : niveau d'application (m ou ft) ;
- **K** : raideur axiale (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **P** : précontrainte comptée positivement en compression (kN/ml ou kip/lft) ;
- $\alpha$  : inclinaison du bouton par rapport à l'horizontale comptée positivement si l'angle est orienté vers le bas ;
- **Travail en traction** : si cochée, le bouton peut travailler en traction ;
- **Travail en compression** : si cochée, le bouton peut travailler en compression ;

Si la case « **comportement élastoplastique** » est cochée, il est possible de définir :

- $F_{adm, tr}$  : effort admissible en traction (kN/ml ou kip/lft), accessible uniquement si l'option « Travail en traction » est cochée ;
- $F_{adm, cp}$  : effort admissible en compression (kN/ml ou kip/lft), accessible uniquement si l'option « Travail en compression » est cochée.

Pour rappel, le calcul se fait pour une longueur unitaire d'écran.

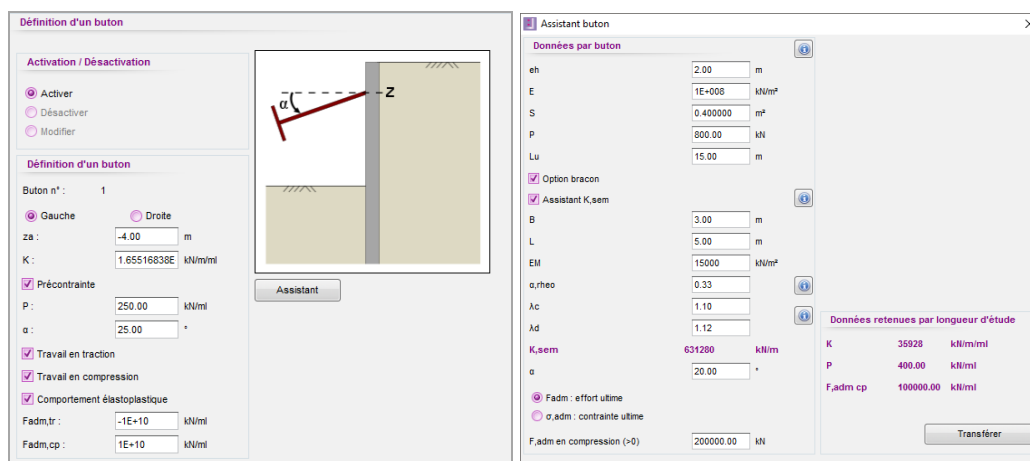


Figure B 85 : Définition d'un bouton et assistant correspondant

Le bouton **Assistant** donne accès à l'**Assistant bouton** (cf. figure ci-dessus). Ce dernier permet de calculer la raideur du bouton et sa précontrainte éventuelle par longueur unitaire à partir des formules indiquées dans la notice technique (Partie C du manuel). Il inclut également un outil d'évaluation de la raideur équivalente d'un bracon.

Les données d'entrée à saisir dans l'assistant buton sont les suivantes :

- $e_h$  : entraxe (m) ;
- $E$  : module d'Young ( $\text{kN/m}^2$ ) ;
- $S$  : section ( $\text{m}^2$ ) ;
- $P$  : précontrainte (kN) ;
- $L_u$  : longueur utile (m) ;
- $F_{adm} (>0)$  : effort ultime admissible en compression ;
- $\sigma_{adm} (>0)$  : contrainte ultime admissible en compression.

En cochant l'option « bracon » on accède à l'affichage des paramètres ci-dessous :

- $K_{sem}$  : raideur verticale de la semelle d'appui ( $\text{kN/m}$ ) ;
- $\alpha$  : inclinaison du buton par rapport à l'horizontale ( $^\circ$ ) ;

En cochant l'option « Assistant  $K_{sem}$  » on accède à l'affichage des paramètres ci-dessous :

- $B$  : largeur de la semelle  $B$  (m) ;
- $L$  : longueur de la semelle  $L$  (m), ( $L \geq B$ ) ;
- $E_m$  : module pressiométrique ( $\text{kN/m}^2$ ) ;
- $\alpha_{rheo}$  : coefficient rhéologique ;
- $\lambda_c$  et  $\lambda_\delta$  : coefficient de forme correspondant à la partie volumique et deviatorique du tassement.

A l'issue de la saisie de valeurs, K-Réa affiche les valeurs retenues pour  $K$ ,  $P$  et  $F_{adm\ cp}$  ou  $\sigma_{adm\ cp}$ , dans la partie droite de la fenêtre.

Quatre figures d'aides sont disponibles en cliquant sur les boutons  :

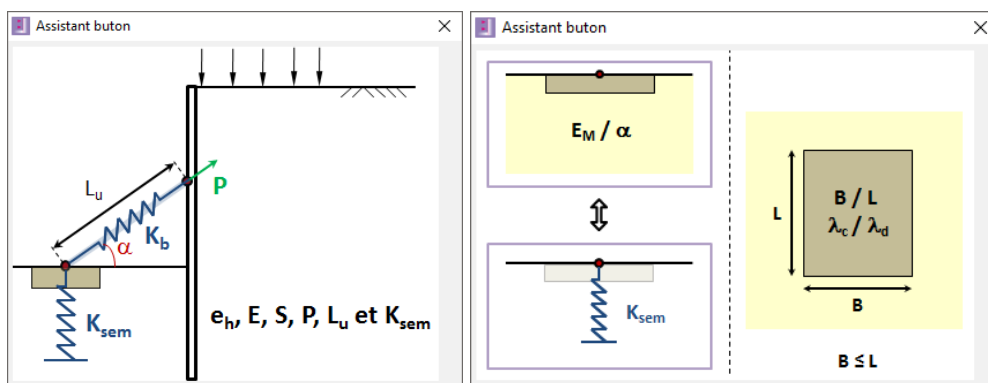


Figure B 86 : Aide de l'assistant buton – Schémas de principe

NATURE DU SOL	Tourbe	Argile		Limon		Sable		Sable et gravier		Type	Roche
	$\alpha$	$E_m/p_1$	$\alpha$	$E_m/p_1$	$\alpha$	$E_m/p_1$	$\alpha$	$E_m/p_1$	$\alpha$		$\alpha$
Surconsolidé ou très serré	1	> 16	1	> 14	2/3	> 12	1/2	> 10	1/3	Très peu Facturé	2/3
Normalement consolidé		9 à 16	2/3	8 à 14	1/2	7 à 12	1/3	6 à 10	1/4	Normal	1/2
Sous consolidé altéré et remanié ou lâche		7 à 9	1/2	5 à 8	1/2	5 à 7	1/3	--		Très facturé – Très altéré	1/3 - 2/3

Figure B 87 : Aide de l'assistant buton – Coefficient rhéologique

Assistant bouton						
L/B	Cercle	1	2	3	5	20
$\lambda_c$	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
$\lambda_d$	1,00	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65

Figure B 88 : Aide de l'assistant bouton – Coefficients de forme

Pour **modifier un bouton** précédemment défini, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- **K** : raideur par longueur unitaire (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **P** : précontrainte (kN/ml ou kip/lft) ;
- **F<sub>adm,tr</sub>** : effort admissible en traction (kN/ml ou kip/lft) , visible si l'option "Travail en traction" a été cochée lors de la définition du bouton ;
- **F<sub>adm,cp</sub>** : effort admissible en compression (kN/ml ou kip/lft), visible si l'option "Travail en compression" a été cochée lors de la définition du bouton.

La figure ci-dessous montre l'apparition d'une liste déroulante avec l'ensemble des boutons existants et modifiables, chacun identifié par ses caractéristiques :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- sa raideur ;
- sa précontrainte ;
- son angle d'inclinaison.

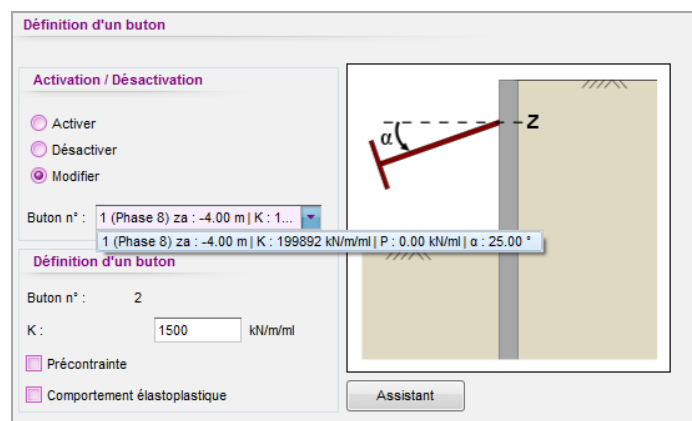


Figure B 89 : Modification d'un bouton

Pour **désactiver un bouton** précédemment défini, sélectionner « **Désactiver** ». Le cadre de désactivation d'un bouton illustré sur la figure ci-dessous apparaît alors. Sélectionner dans la liste déroulante le bouton à modifier identifié par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- sa raideur ;
- sa précontrainte ;
- son angle d'inclinaison.

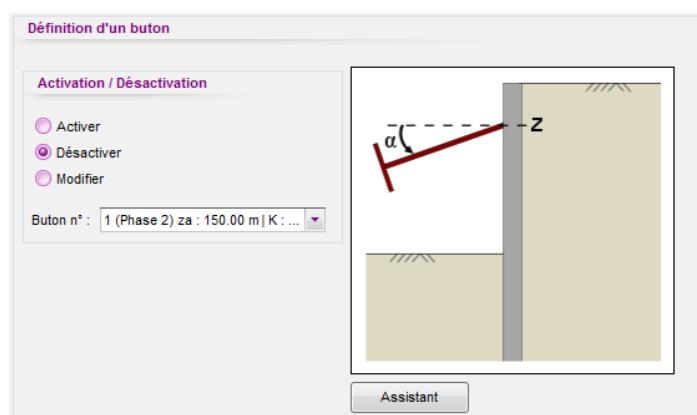


Figure B 90 : Désactivation d'un bouton

### B.5.5.3. Encastrement

Un **encastrement** correspond à un ancrage qui s'oppose à la rotation de l'écran (autrement dit, un ressort spiral). Cette commande permet d'activer, de modifier ou de désactiver ce type ancrage. Par convention, le moment induit dans un encastrement est positif dans le sens horaire.

Les paramètres à définir sont les suivants :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choix par défaut pour définir un nouvel encastrement ;
- **$z_a$**  : niveau d'application (m ou ft) ;
- **$R_r$**  : raideur en rotation (kNm/rad/ml ou kip.ft/rad/lft) ;
- **$M_{init}$**  : moment initial positif dans le sens horaire (la réaction induite sur l'écran est positive dans le sens antihoraire) (kNm/ml ou kip.ft/lft).

Si la case « **comportement élastoplastique** » est cochée, il est possible de définir :

- **$M_{adm,ho}$**  : moment admissible dans le sens horaire (kNm/ml ou kip.ft/lft), visible uniquement si l'option « Travail en sens horaire » est cochée ;
- **$M_{adm,ah}$**  : moment admissible dans le sens antihoraire (kNm/ml ou kip.ft/lft), visible uniquement si l'option « Travail en sens antihoraire » est cochée.

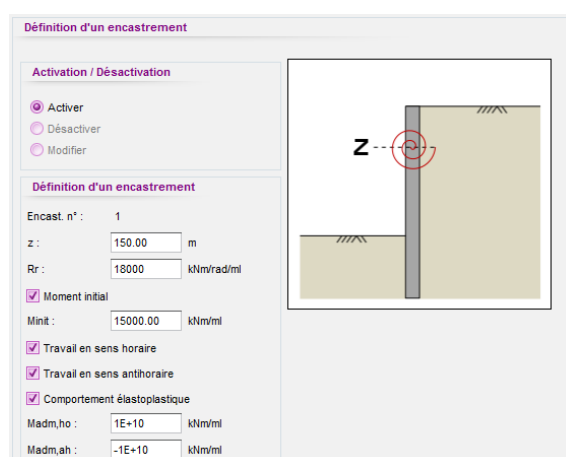


Figure B 91 : Définition d'un encastrement

Pour **modifier un encastrement** défini précédemment, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- $R_r$  : raideur en rotation (kNm/rad/ml ou kip.ft/rad/lft) ;
- $M_{init}$  : moment initial (kNm/ml ou kip.ft/lft) ;
- $M_{adm,ho}$  : moment admissible en sens horaire (kNm/ml ou kip.ft/lft), accessible uniquement si l'option "Travail en sens horaire" a été cochée lors de la définition de l'encastrement.;
- $M_{adm,ah}$  : moment admissible en sens antihoraire (kNm/ml ou kip.ft/lft), accessible uniquement si l'option "Travail en sens antihoraire" a été cochée lors de la définition de l'encastrement.

La figure suivante montre la liste déroulante constituée des encastrements définis précédemment qui sont modifiables. Chacun d'eux est identifié par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- sa raideur ;
- son moment initial.

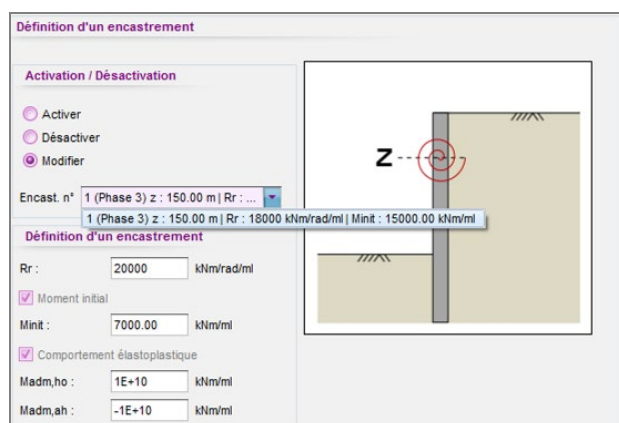


Figure B 92 : Modification d'un encastrement

Pour **désactiver un encastrement** précédemment défini, sélectionner « **Désactiver** ». Le cadre de désactivation illustré sur la figure ci-dessous apparaît alors. Sélectionner dans la liste déroulante l'encastrement à désactiver identifié par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- sa raideur ;
- son moment initial.

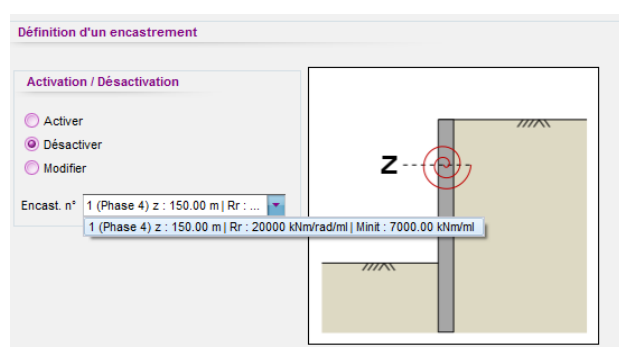


Figure B 93 : Désactivation d'un encastrement



#### B.5.5.4. Lierne circulaire

Cette action permet d'activer, de modifier ou de désactiver une lierne circulaire. Par convention, l'effort dans une lierne est positif en compression.

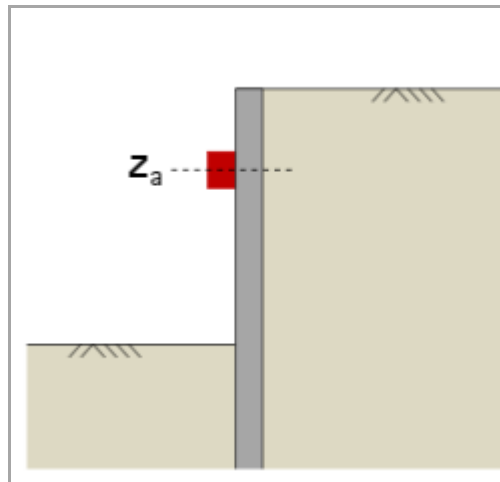


Figure B 94 : Définition d'une lierne circulaire

Les paramètres à renseigner pour définir une lierne circulaire sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut pour définir une nouvelle lierne ;
- Côté de mise en place de la lierne :
  - « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet écran simple
  - « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet Double Ecran ;
- **z<sub>a</sub>** : niveau d'application (m ou t) ;
- **R** : rayon (m ou ft) ;
- **ES** : rigidité orthoradiale (kN ou kip) servant pour calculer la rigidité cylindrique  $R_c$  de la lierne (kN/m<sup>2</sup> ou ksf). Dans le cas d'une lierne constituée d'un profilé métallique, la valeur de ES est égale simplement au produit de la section du profilé S par le module d'Young de l'acier ;
- **P** : précontrainte orthoradiale positive en compression (kN ou kip).

Si la case « **comportement élastoplastique** » est cochée, il est possible de définir :

- **F<sub>adm,tr</sub>** : effort admissible en traction (kN ou kip), accessible uniquement si l'option « Travail en traction » est cochée.
- **F<sub>adm,cp</sub>** : effort admissible en compression (kN ou kip), accessible uniquement si l'option « Travail en compression » est cochée.

**Définition d'une lierne circulaire**

**Activation / Désactivation**

☒ Activer  
☐ Désactiver  
☐ Modifier

**Définition d'une lierne circulaire**

Lierne n°: 1

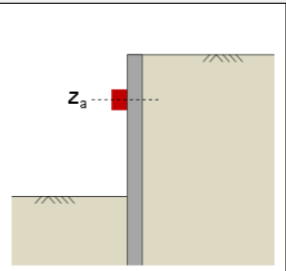
☒ Gauche ☐ Droite

$z_a$ : 149.00 m  
 $R$ : 10.00 m  
 $ES$ : 6000.00 kN  
 $R_c$ : 60.00 kN/m<sup>2</sup>

☒ Précontrainte  
 $P$ : 0.00 kN

☒ Travail en traction  
☒ Travail en compression  
☒ Comportement élastoplastique

$F_{adm, tr}$ : -1E+10 kN  
 $F_{adm, cp}$ : 1E+10 kN



Contrairement aux autres ancrages et appuis, les caractéristiques d'une lierne ne sont pas rapportées à la longueur unitaire de l'écran (1m/1ft).  
 Il s'ensuit que l'effort résultant dans une lierne représente l'effort orthoradial.

Figure B 95 : Définition d'une lierne circulaire

Contrairement aux autres ancrages et appuis, les caractéristiques d'une lierne ne sont pas rapportées à la longueur unitaire de l'écran. L'effort orthoradial dans une lierne circulaire est exprimé en kN ou en kip.

Une figure d'aide est disponible en cliquant sur le bouton  :

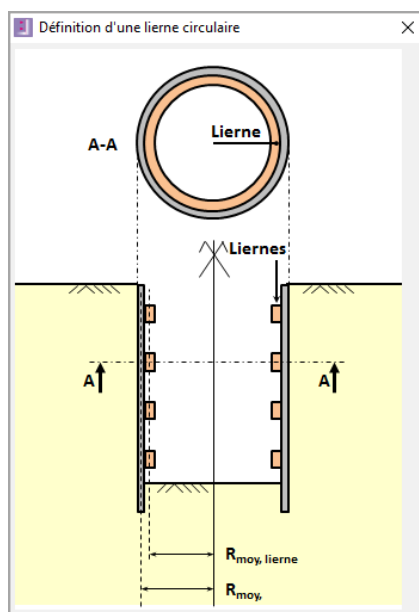


Figure B 96 : Aide pour la définition d'une lierne

Pour **modifier une lierne** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». Les données modifiables sont :

- $R_c$  : rigidité cylindrique (kN/m<sup>2</sup> ou ksf) ;
- $P$  : précontrainte (kN ou kip) ;
- $F_{adm, tr}$  : effort admissible en traction (kN ou kip), visible uniquement si l'option "Travail en traction" est cochée lors de la définition de la lierne ;
- $F_{adm, cp}$  : effort admissible en compression (kN ou kip), visible uniquement si l'option "Travail en compression" est cochée lors de la définition de la lierne.

La figure suivante montre la liste des liernes existantes et modifiables, chaque lierne étant identifiée par :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- son rayon ;
- sa rigidité orthoradiale ;
- sa précontrainte.

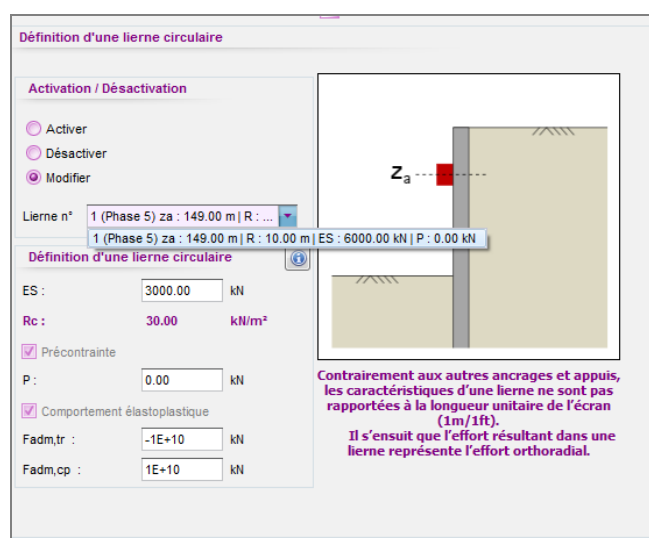


Figure B 97 : Modification d'une lierne circulaire

Pour **désactiver une lierne** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». Le cadre de désactivation illustré sur la figure ci-dessous apparaît alors. Sélectionner dans la liste déroulante la lierne à désactiver identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- son rayon ;
- sa rigidité cylindrique ;
- sa précontrainte.

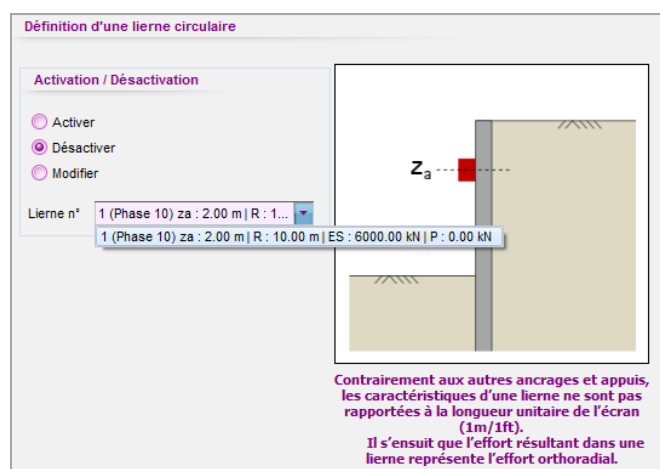


Figure B 98 : Désactivation d'une lierne circulaire

### B.5.5.5. Appui surfacique

Cette action permet d'activer, de modifier ou de désactiver un appui surfacique. Par convention, l'effort dans un tel appui est positif en compression.

Les paramètres nécessaires à la définition d'un appui surfacique sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut pour définir un nouvel appui surfacique ;
- Côté de mise en place de l'appui surfacique :
  - « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet écran simple
  - « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- **$z_{sup}$**  : niveau supérieur de l'appui surfacique (m ou ft) ;
- **$z_{inf}$**  : niveau inférieur de l'appui surfacique (m ou ft) ;
- **$k_s$**  : raideur surfacique (kN/m<sup>2</sup>/ml ou ksf/lft) ;
- **$p_s$**  : précontrainte surfacique (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **Travail en traction** : cette case est cochée par défaut. L'appui surfacique peut donc travailler en traction ;
- **Travail en compression** : cette case est cochée par défaut. L'appui surfacique peut donc travailler en compression.

Pour rappel, le calcul se fait pour une longueur unitaire de l'écran.

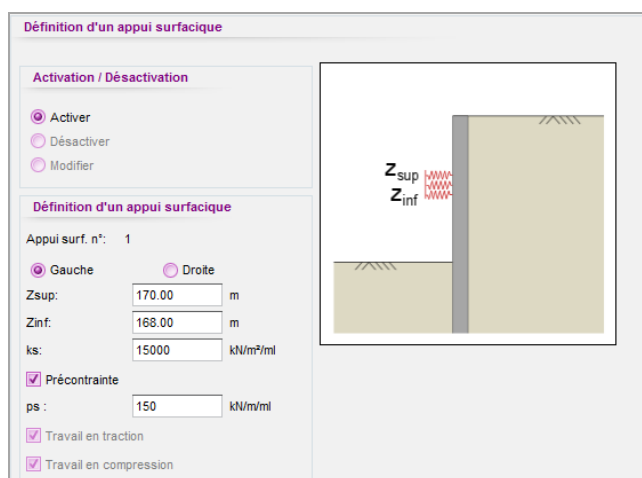


Figure B 99 : Définition d'un appui surfacique

Pour **modifier un appui surfacique** précédemment défini, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- **$k_s$**  : raideur surfacique (kN/m<sup>3</sup> ou ksf) ;
- **$p_s$**  : précontrainte surfacique (kN/m/ml ou kip/lft).

La figure suivante montre la liste déroulante constituée des appuis surfaciques définis précédemment et modifiables, dont chacun est identifié par :

- son numéro de déclaration ;
- ses niveaux supérieur et inférieur ;
- sa raideur surfacique ;
- sa précontrainte surfacique.

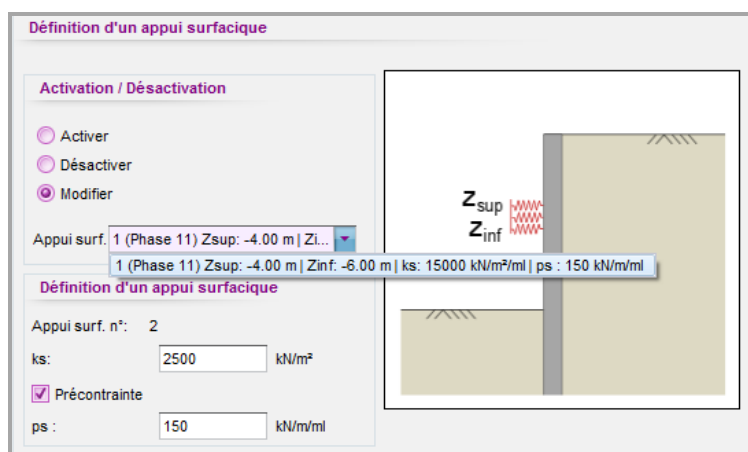


Figure B 100 : Modification d'un appui surfacique

Pour **désactiver un appui surfacique** défini précédemment, sélectionner « **Désactiver** ». La figure suivante montre la liste déroulante constituée des appuis surfaciques définis précédemment et modifiables, dont chacun est identifié par :

- son numéro de déclaration ;
- ses niveaux supérieur et inférieur ;
- sa raideur surfacique ;
- sa précontrainte surfacique.

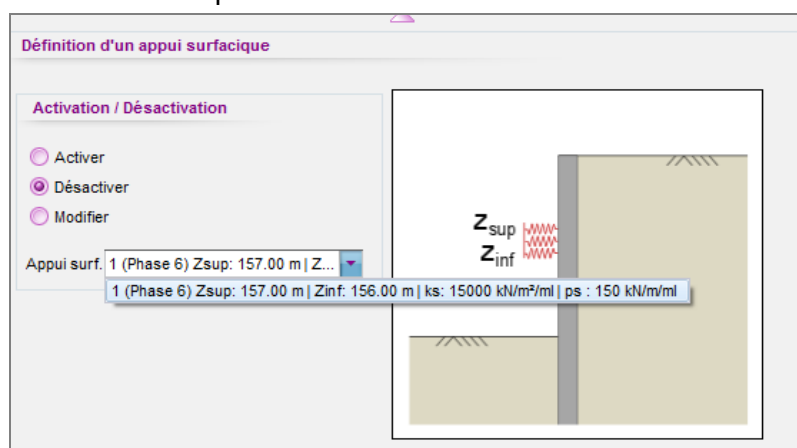


Figure B 101 : Désactivation d'un appui surfacique

### B.5.5.6. Liaison linéique

Cette action est disponible uniquement dans le cadre d'un projet double-écran, elle permet d'activer, de modifier ou de désactiver une liaison linéique reliant les deux écrans.

Les paramètres à renseigner pour définir un ancrage de liaison sont :

- **Activer** : choisi par défaut pour définir un nouveau bouton ;
- **Tirant** ou **Buton** : choix du type d'ancrage. Par convention, l'effort dans un tirant est positif en traction, celui dans un buton est positif en compression ;
- **Z<sub>aa</sub>** : niveau d'ancrage sur l'écran 1 (m ou ft) ;
- **Z<sub>ab</sub>** : niveau d'ancrage sur l'écran 2 (m ou ft) ;

- **d** : distance entre les deux écrans. Cette valeur est récupérée directement de l'onglet « Titre et Options » où elle a été renseignée comme paramètre du projet, elle est rappelée à titre indicatif (m ou ft) ;
- **$\alpha$**  : cette valeur n'est pas à définir par l'utilisateur, elle est calculée automatiquement en fonction de la distance d et des niveaux de l'ancrage  $z_{a1}$  et  $z_{a2}$  ;
- **K** : raideur axiale par unité de longueur (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **P** : précontrainte par unité de longueur (kN/ml ou kip/lft).

Si la case « **comportement élastoplastique** » est cochée, il est possible de définir :

- **$F_{adm, tr}$**  : effort admissible en traction (kN/ml ou kip/lft), accessible uniquement si l'option « Travail en traction » est cochée ;

Pour rappel, le calcul se fait pour une longueur unitaire de l'écran.

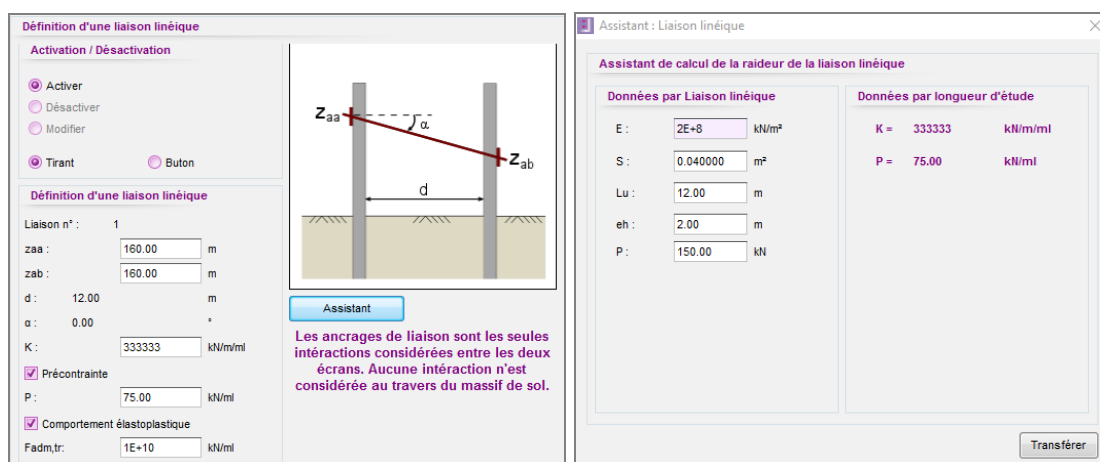


Figure B 102 : Définition d'une liaison linéique et assistant correspondant

Le bouton **Assistant** donne accès à l'**Assistant liaison linéique**. Ce dernier permet de calculer la raideur de la liaison et sa précontrainte éventuelle par unité de longueur à partir des formules indiquées dans la notice technique (cf. Partie C du manuel).

Pour **modifier une liaison linéique** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- **K** : raideur (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **P** : précontrainte (kN/ml ou kip/lft) ;
- **$F_{adm, tr}$**  : effort admissible en traction (kN/ml ou kip/lft), accessible si l'option « Travail en traction » a été cochée lors de la définition de la liaison.

La figure suivante montre la liste déroulante constituée des liaisons linéiques définies préalablement et qui sont modifiables. Chaque liaison linéique est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ainsi que sa phase de mise en place ;
- ses niveaux d'ancrage ( $z_{a1}$  et  $z_{a2}$ ) ;
- sa raideur.

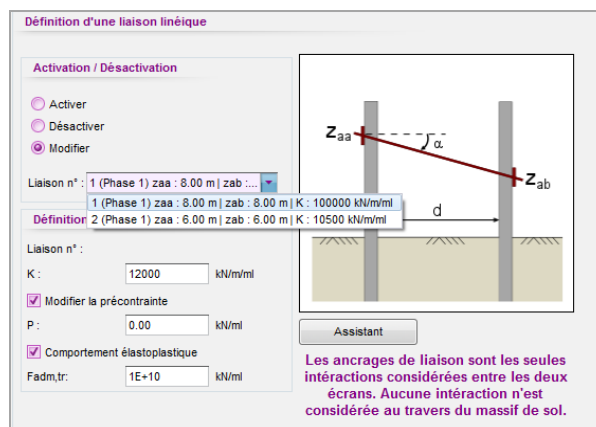


Figure B 103 : Modification d'une liaison linéique

Pour **désactiver une liaison linéique** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». La figure suivante montre la liste déroulante constituée des liaisons linéiques définies préalablement. Chaque liaison linéique est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ;
- ses niveaux d'ancrage ( $z_{a1}$  et  $z_{a2}$ ) ;
- sa raideur.

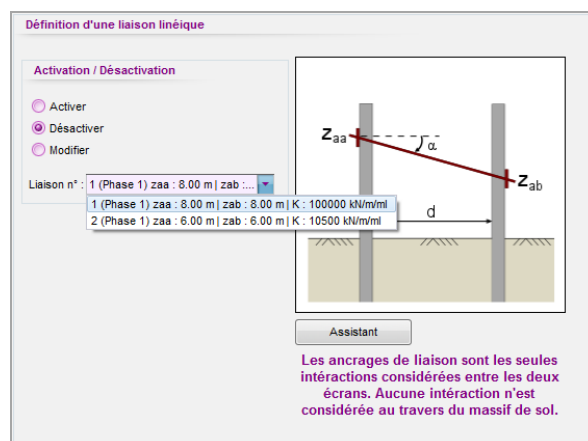


Figure B 104 : Désactivation d'une liaison linéique

#### B.5.5.7. Liaison surfacique (dalle)

Cette action est disponible uniquement dans le cadre d'un projet double-écran, elle permet d'activer, de modifier ou de désactiver une liaison surfacique entre les deux écrans.

Les paramètres à renseigner pour définir une liaison surfacique sont les suivants :

- **Activer** : choisi par défaut pour définir un nouveau bouton ;
- **$z_{base}$**  : niveau de la base de la liaison surfacique (m ou ft) ;
- **H** : hauteur (épaisseur) de la liaison surfacique (m ou ft) ;
- **d** : distance entre les deux écrans. Cette valeur est récupérée directement de l'onglet « Titre et Options » où elle a été renseignée comme paramètre de projet, elle est rappelée à titre indicatif (m ou ft) ;
- **$k_s$**  : raideur surfacique (kN/m<sup>2</sup>/ml ou ksf/lft) ;
- **$p_s$**  : précontrainte surfacique (kN/m/ml ou kip/ft/lft) ;

- **Travail en traction** : cette case est cochée et bloquée à la modification. La liaison surfacique peut donc travailler en traction ;
- **Travail en compression** : cette case est cochée et bloquée à la modification. La liaison surfacique peut donc travailler en compression.

Pour rappel, le calcul se fait pour une longueur unitaire de l'écran.

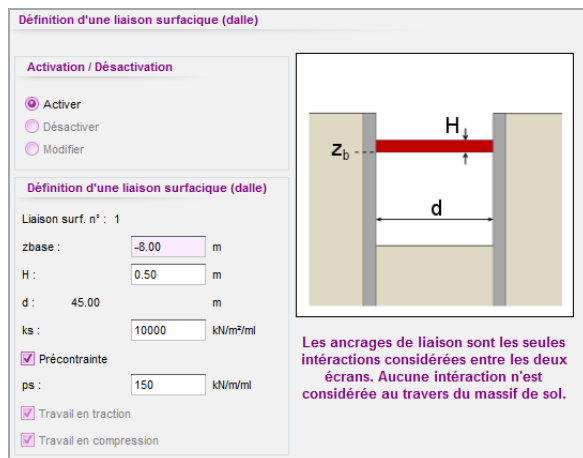


Figure B 105 : Définition d'une liaison surfacique

Pour **modifier une liaison surfacique** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- $k_s$  : raideur surfacique (kN/m²/ml ou ksf/lft) ;
- $p_s$  : précontrainte surfacique (kN/m/ml ou kip/lft).

La figure suivante montre la liste déroulante des liaisons surfaciques définies précédemment et qui sont modifiables. Chaque liaison surfacique est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration et la phase de mise en place ;
- les niveaux de la base de ses extrémités ;
- sa précontrainte surfacique.
- sa raideur surfacique.

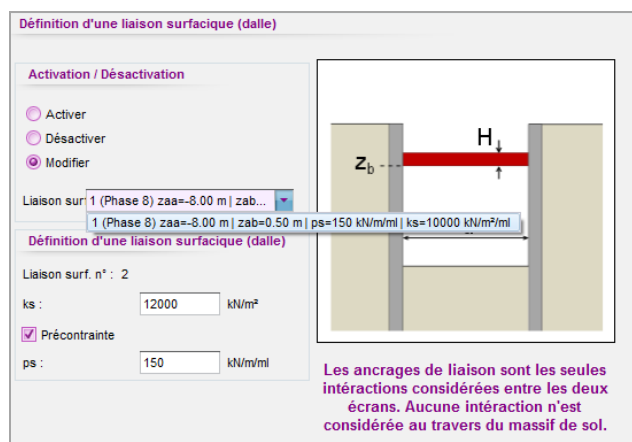


Figure B 106 : Modification d'une liaison surfacique



Pour **désactiver une liaison surfacique** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». La figure suivante montre la liste déroulante des liaisons surfaciques définies précédemment. Chaque liaison surfacique est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration et sa phase de mise en place ;
- les niveaux de la base de ses extrémités ;
- sa précontrainte surfacique ;
- sa raideur surfacique.

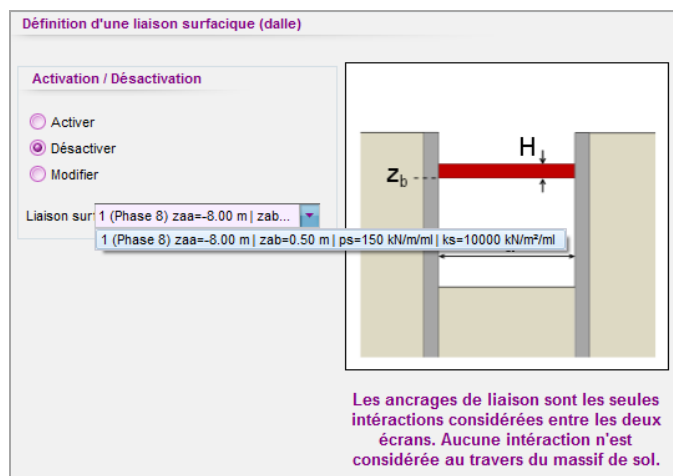


Figure B 107 : Désactivation d'une liaison surfacique

## B.5.6. Chargement sur le sol et l'écran

### B.5.6.1. Surcharge de Caquot

Cette action permet d'appliquer une surcharge verticale semi-infinie sur le sol situé d'un côté de l'écran (le détail de la prise en compte de ce type de surcharge dans les calculs est explicité dans la partie C du manuel).

Les paramètres à introduire pour définir une surcharge de Caquot sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut pour définir une nouvelle surcharge ;
- Côté d'application de la surcharge :
  - « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet écran simple
  - « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- **z** : niveau d'application de la surcharge (m ou ft) ;
- **q** : amplitude de la surcharge (kN/m/ml ou kip/lft).
- **Nature de la surcharge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la surcharge en précisant si elle est **permanente** ou **variable**. Ce choix conditionne la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la surcharge (cf. § B.3.1.2).
- **Famille** : dans le cas où le calcul de cas de charges a été activé (cf. §B.3.5), il est nécessaire d'attribuer la surcharge à une famille de charges à l'aide de la liste déroulante constituée de l'ensemble des familles définies au préalable.

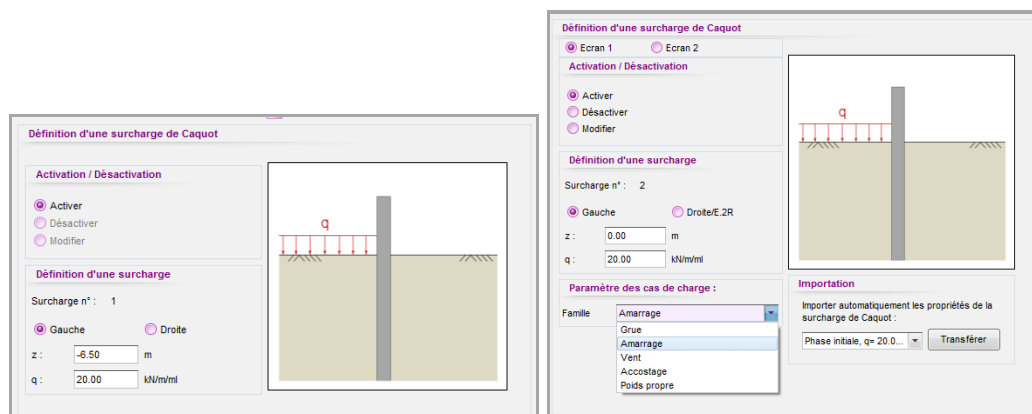


Figure B 108 : Définition de la surcharge de Caquot

Il est également possible d'importer automatiquement les propriétés d'une surcharge de Caquot définie précédemment dans le projet : sélectionner la surcharge à importer dans la liste déroulante puis cliquer sur le bouton **Transférer**.



Les actions « Excavation » et « Remblaiement » annulent les surcharges de Caquot définies précédemment du même côté de l'écran.

Pour **modifier une surcharge de Caquot** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- **q** : amplitude de la surcharge (kN/m/ml ou kip/ft) ;
- **Nature de la surcharge** : dans le cas où les vérifications ELU sont demandées.

La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des surcharges de Caquot définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque surcharge de Caquot est identifiée par les éléments suivants :

- sa phase de définition et son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude.

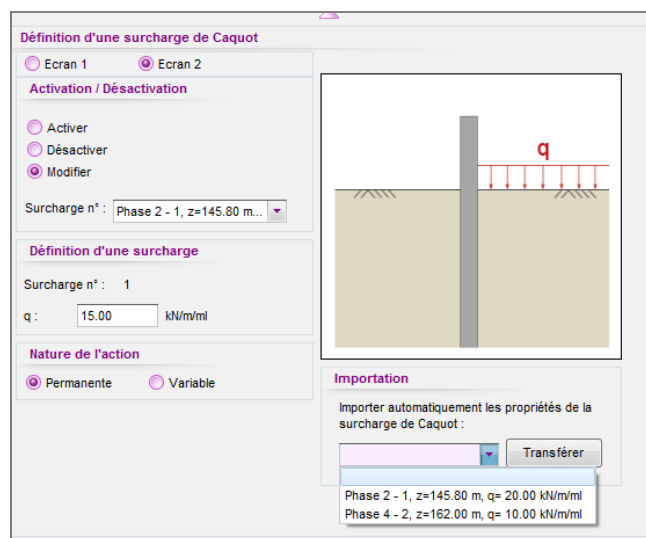


Figure B 109 : Modification d'une surcharge de Caquot

Pour **désactiver une surcharge de Caquot** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des surcharges de Caquot définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque surcharge de Caquot est identifiée par les éléments suivants :

- sa phase de définition et son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude.

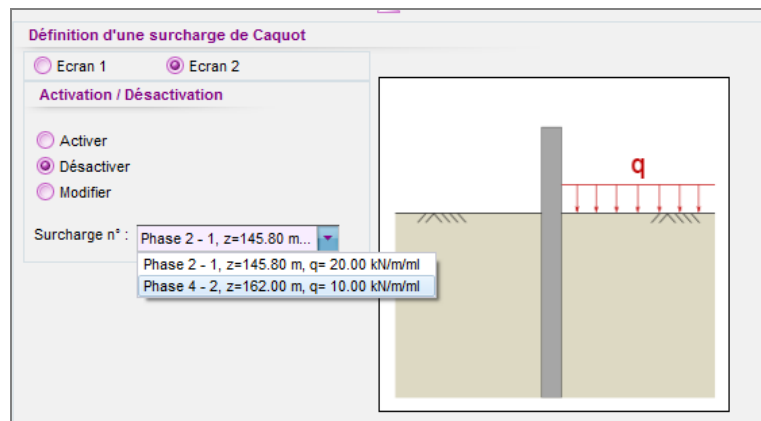


Figure B 110 : Désactivation d'une surcharge de Caquot

#### B.5.6.2. Surcharge de Boussinesq

Cette action permet d'appliquer une surcharge localisée verticale de type Boussinesq sur une largeur limitée dans le sol situé à un côté de l'écran (la partie C du manuel détaille la prise en compte des surcharges de Boussinesq dans les calculs).

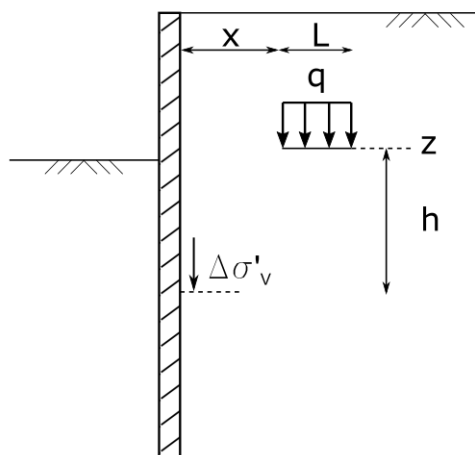


Figure B 111 : Schéma de principe d'une surcharge de Boussinesq

Les paramètres à renseigner pour définir une surcharge de Boussinesq sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut pour définir une nouvelle surcharge ;
- Côté d'application de la surcharge de Boussinesq :
  - « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet écran simple,
  - « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet double-écran ;
- **z** : niveau d'application de la surcharge (m ou ft) ;
- **x** : distance à l'écran > 0 (m ou ft) ;
- **L** : largeur d'application > 0 (m ou ft) ;
- **q** : amplitude de la surcharge (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- $\alpha_e$  : coefficient multiplicateur servant pour corriger la surcharge de Boussinesq (prise en compte de l'effet d'écran). Le bouton  $\alpha_e = (x+2)/(x+1)$  affecte à ce coefficient la valeur issue de la formule suivante :  $\alpha_e = (x + 2) / (x + 1)$
- **Nature de la surcharge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la surcharge en précisant si elle est **permanente** ou **variable**. Ce choix conditionne la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la surcharge (cf. § B.3.1.2).
- **Famille** : dans le cas où le calcul de cas de charges a été activé (cf. §B.3.5), il est nécessaire d'attribuer la surcharge à une famille de charges à l'aide de la liste déroulante constituée de l'ensemble des familles définies au préalable.

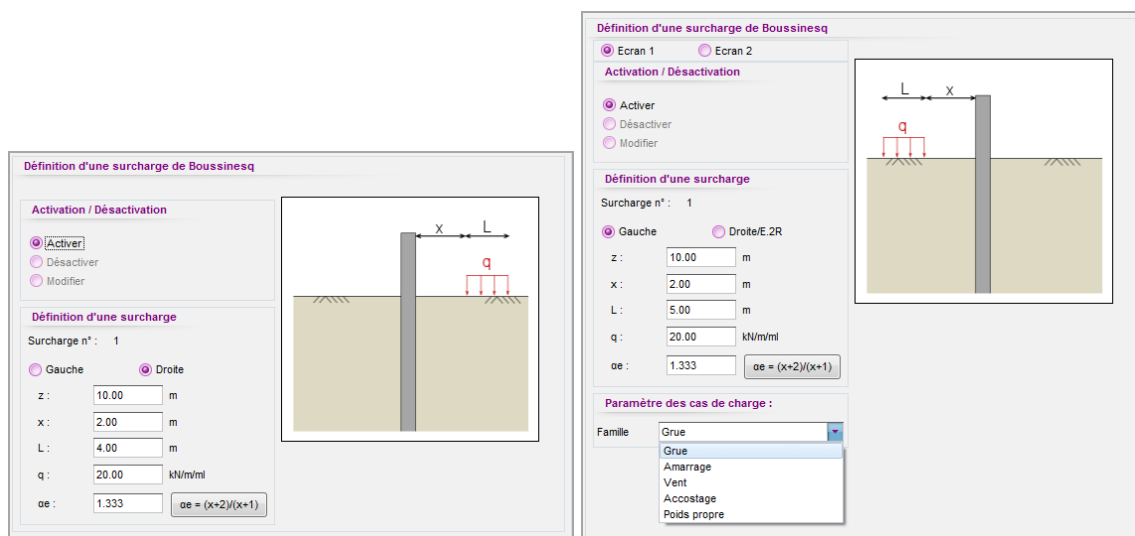


Figure B 112 : Définition de la surcharge de Boussinesq



Les actions « Excavation » et « Remblaiement » annulent les surcharges de Boussinesq définies précédemment du même côté de l'écran.

Pour **modifier une surcharge de Boussinesq** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- **q** : amplitude de la surcharge ( $\text{kN/m}^2$  ou  $\text{KsF}$ ) ;
- **Nature de la surcharge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées.

La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des surcharges de Boussinesq définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque surcharge de Boussinesq est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration et sa phase de définition ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude.

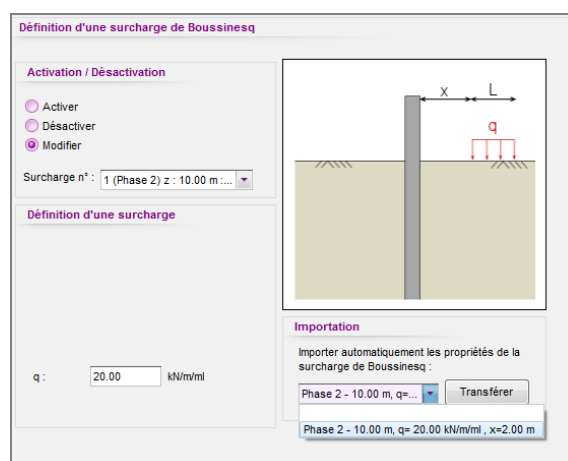


Figure B 113 : Modification d'une surcharge de Boussinesq

Pour **désactiver une surcharge de Boussinesq** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des surcharges de Boussinesq définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque surcharge de Boussinesq est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration et sa phase de définition ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude.

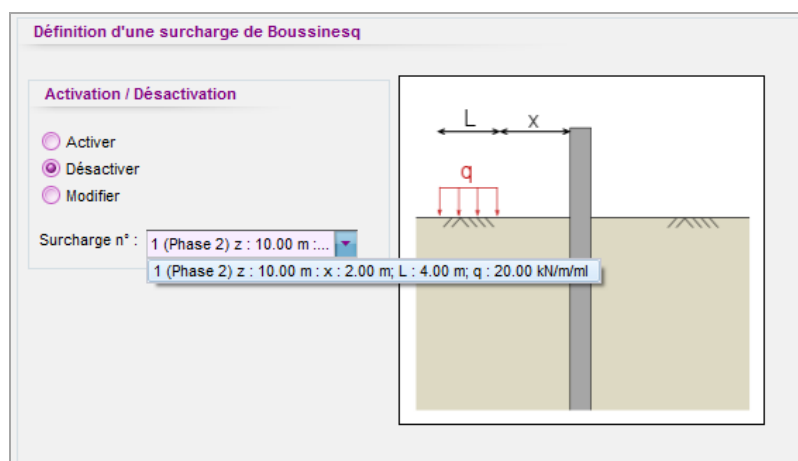


Figure B 114 : Désactivation d'une surcharge de Boussinesq

### B.5.6.3. Surcharge de Graux

Cette action permet d'appliquer une surcharge verticale localisée de type Graux sur une largeur limitée dans le sol situé sur un côté de l'écran. Cette surcharge est diffusée « uniformément » à l'intérieur du fuseau de diffusion conformément à la figure ci-dessous (la partie C du manuel détaille la prise en compte de ce type de surcharge de Graux dans les calculs).

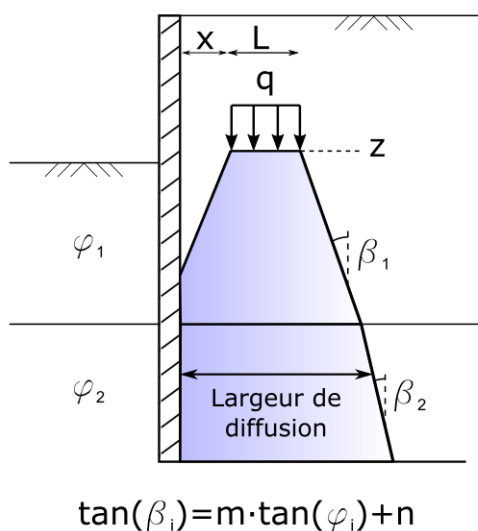


Figure B 115 : Schéma de principe d'une surcharge de Graux

Les paramètres à introduire pour définir cette surcharge sont les suivants :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
  - **Activer** : choisi par défaut pour définir une nouvelle surcharge ;
  - Côté d'application de la surcharge de Graux :
    - « **Gauche** » ou « **Droite** » pour un projet écran simple ;
    - « **Gauche** » ou « **Droite/E.2R** » (écran 1) ou « **Gauche/E.2R** » ou « **Droite** » (écran 2) pour un projet double écran ;
  - **z** : niveau d'application de la surcharge (m ou ft) ;
  - **x** : distance à l'écran > 0 (m ou ft) ;
  - **L** : largeur d'application > 0 (m ou ft) ;
  - **m** : terme de proportionnalité entre la tangente de l'angle de frottement et la tangente de l'angle de diffusion (-) ;
  - **n** : terme constant dans la formule de la tangente de l'angle de diffusion (-) ;
- Nota : le cas particulier où  $m = 1$  et  $n = 0$  permet de garantir une diffusion à  $\phi$  dans chaque couche. Par ailleurs, le choix d'un  $m = 0$  permet de simuler une diffusion à angle constant indépendant de l'angle de frottement des sols rencontrés.
- **q** : amplitude de la surcharge (kN/m<sup>2</sup> ou ksf) ;
  - **Nature de la surcharge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la surcharge en précisant si elle est **permanente** ou **variable**. Ce choix conditionne la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la surcharge (cf. § B.3.1.2).

- **Famille** : dans le cas où le calcul de cas de charges a été activé (cf. §B.3.5), il est nécessaire d'attribuer la surcharge à une famille de charges à l'aide de la liste déroulante constituée de l'ensemble des familles définies au préalable.

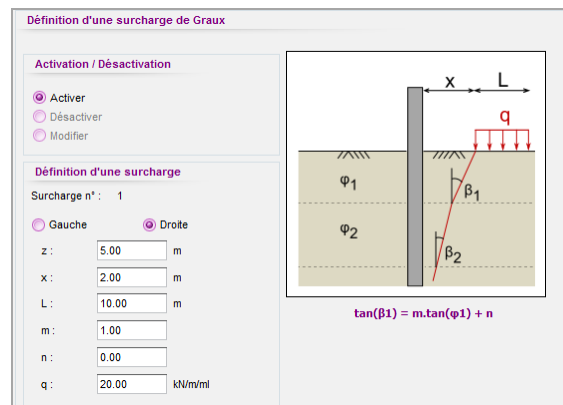


Figure B 116 : Définition d'une surcharge de Gaux



Les actions « Excavation » et « Remblaiement » annulent les surcharges de Gaux définies précédemment du même côté de l'écran.

Pour **modifier une surcharge de Gaux** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- **q** : amplitude de la surcharge (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **Nature de la surcharge** : dans le cas où les vérifications ELU sont demandées.

La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des surcharges de Gaux définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque surcharge de Gaux est identifiée par les éléments suivants :

- sa phase de définition et son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- sa position par rapport à l'écran et son amplitude.

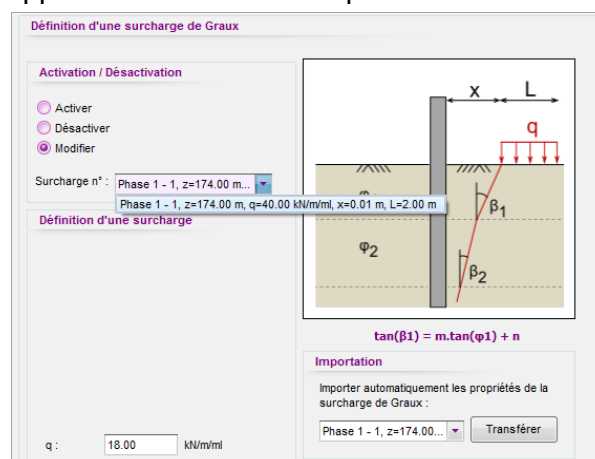


Figure B 117 : Modification d'une surcharge de Gaux

Pour **désactiver une surcharge de Graux** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des surcharges de Graux définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque surcharge de Graux est identifiée par les éléments suivants :

- sa phase de de définition et son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- sa position par rapport à l'écran et son amplitude.

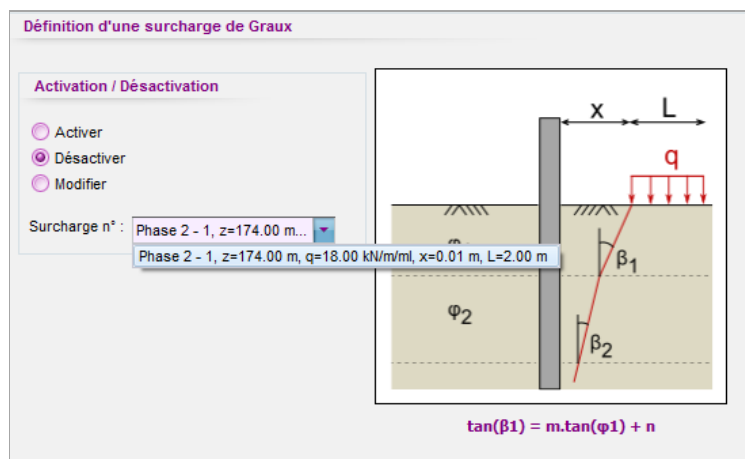


Figure B 118 : Désactivation d'une surcharge de Graux

#### B.5.6.4. Force linéique

Cette action permet de gérer (activer, modifier ou désactiver) les forces linéiques appliquées directement à l'écran.

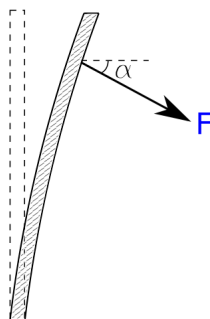


Figure B 119 : Schéma de principe d'une force linéique

Les paramètres nécessaires à la définition d'une force linéique sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut pour définir une nouvelle force ;
- **z** : niveau d'application (m ou ft) ;
- **F** : amplitude de la force (kN/ml ou kip/lft) ;
- **α** : inclinaison de la force par rapport à l'horizontale comptée positivement dans le sens horaire (°) ;
- **Nature de la charge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la force en précisant si elle est **permanente** ou **variable** d'une part, et **favorable** ou **défavorable** de l'autre part. Ces choix impacteront la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la valeur de la charge (cf. § B.3.1.2 du manuel).



- **Famille** : dans le cas où le calcul de cas de charges a été activé (cf. §B.3.5), il est nécessaire d'attribuer la surcharge à une famille de charges à l'aide de la liste déroulante constituée de l'ensemble des familles définies au préalable.

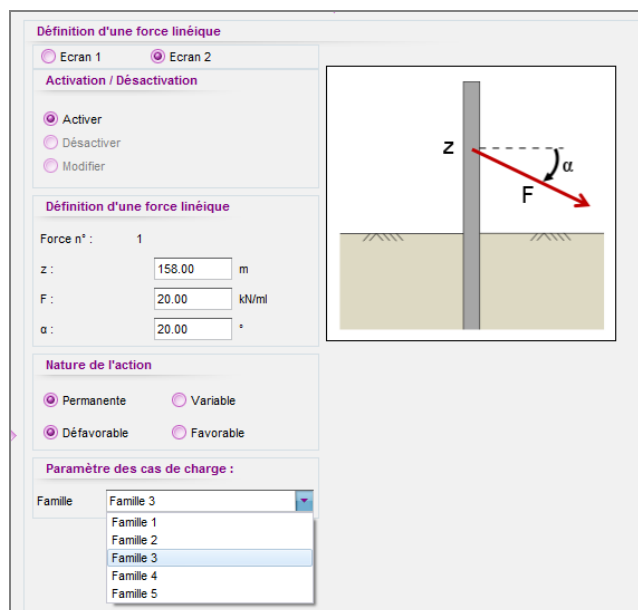


Figure B 120 : Définition d'une force linéique

Pour **modifier une force linéique** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des forces linéiques définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque force linéique est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude ;
- son inclinaison.

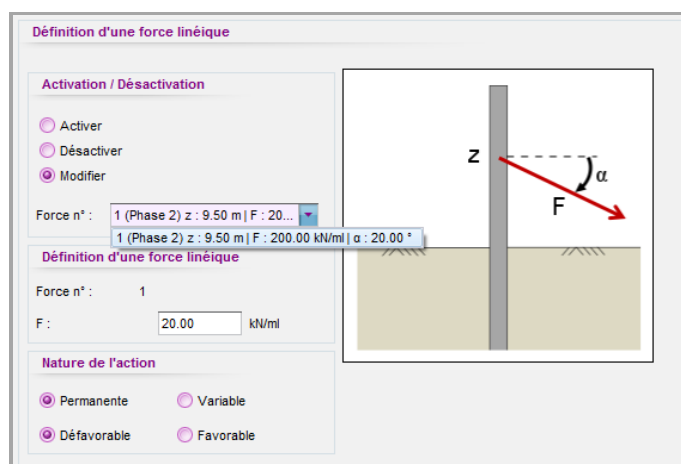


Figure B 121 : Modification d'une force linéique

Les valeurs modifiables sont :

- **F** : amplitude de la force (kN/ml ou kip/lft) ;
- **Nature de la charge** : dans le cas où les vérifications ELU sont demandées.

Pour **désactiver une force linéique** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des forces linéiques définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque force linéique est identifiée par les éléments suivants:

- son numéro de déclaration et sa phase de définition ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude ;
- son inclinaison.

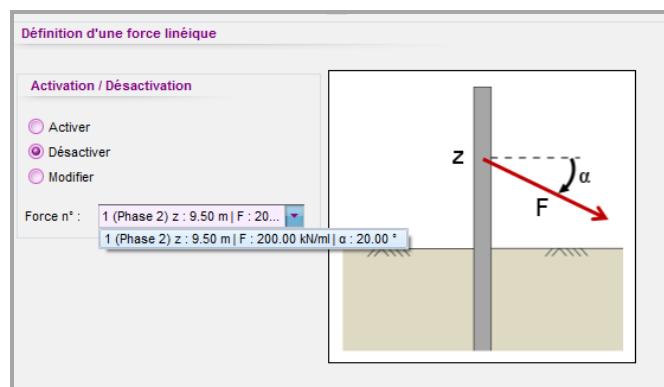


Figure B 122 : Désactivation d'une force linéaire

#### B.5.6.5. Moment linéique

Cette action permet de gérer (activer, modifier ou désactiver) les moments linéiques appliqués directement sur l'écran.

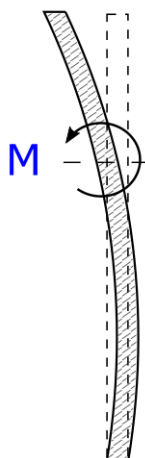


Figure B 123 : Schéma de principe d'un moment

Les paramètres à renseigner pour définir un moment linéique sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut pour définir un nouveau moment ;
- **z** : niveau d'application (m ou ft) ;
- **M** : amplitude du moment (kNm/ml ou kip/lft) ;
- **Nature de la charge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la charge en précisant si elle est **permanente** ou **variable** d'une part, et **favorable** ou **défavorable** de l'autre part. Ces

choix impacteront la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la valeur de la charge (cf. § B.3.1.2 du manuel).

- **Famille** : dans le cas où le calcul de cas de charges a été activé (cf. §B.3.5), il est nécessaire d'attribuer la surcharge à une famille de charges à l'aide de la liste déroulante constituée de l'ensemble des familles définies au préalable.

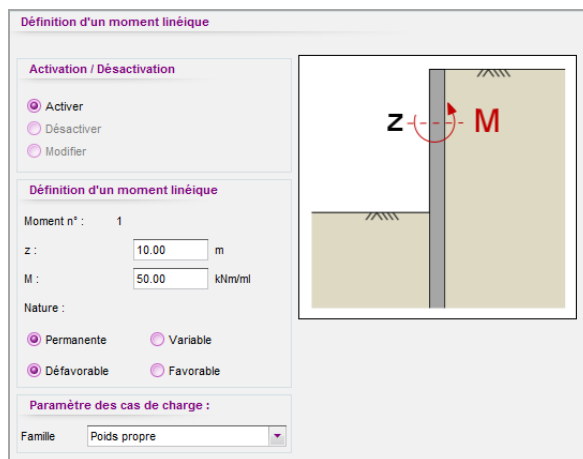


Figure B 124 : Définition d'un moment linéique

Pour **modifier un moment linéique** précédemment défini, sélectionner « **Modifier** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des moments linéiques définis au préalable et qui sont toujours présents. Chaque moment linéique est identifié par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration et la phase de définition ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude ;
- son inclinaison.

Les valeurs modifiables sont :

- **M** : amplitude du moment (kNm/ml ou kip.ft/lft) ;
- **Nature de la charge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la charge en précisant si elle est **permanente** ou **variable** d'une part, et **favorable** ou **défavorable** de l'autre part. Ces choix impacteront la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la valeur de la charge (cf. § B.3.1.2 du manuel).

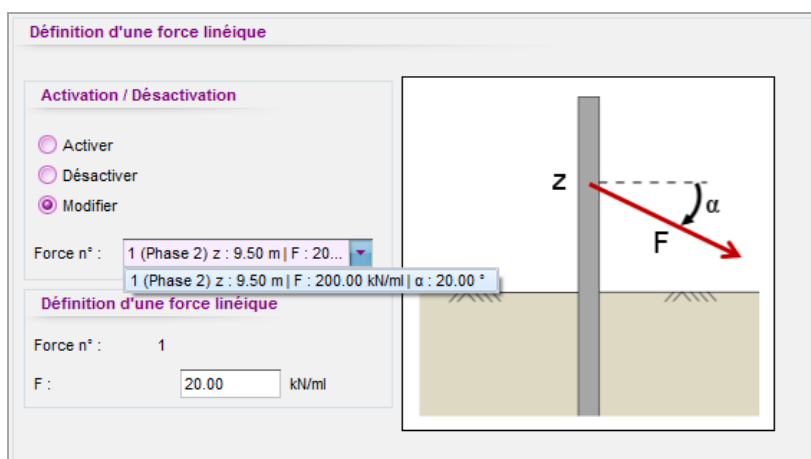


Figure B 125 : Modification d'un moment linéique

Pour **désactiver un moment linéique** précédemment défini, sélectionner « **Désactiver** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des moments linéiques définis au préalable et qui sont toujours présents. Chaque moment linéique est identifié par les éléments suivants:

- son numéro de déclaration et sa phase de définition ;
- son niveau d'application ;
- son amplitude.

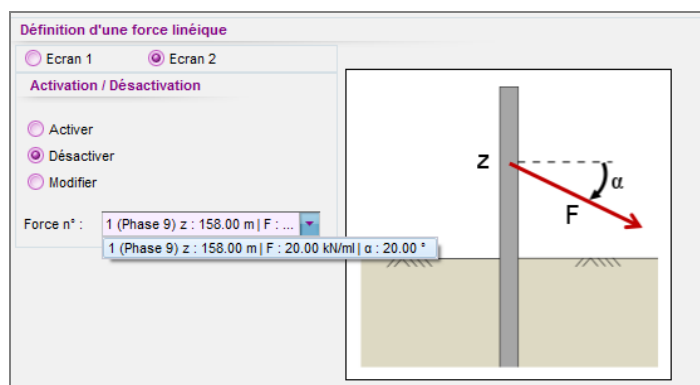


Figure B 126 : Désactivation d'un moment linéique

#### B.5.6.6. Charge trapézoïdale

Cette commande permet de gérer (activer, modifier ou désactiver) les charges trapézoïdales appliquées directement à l'écran.

Les paramètres à introduire pour définir ce type de charge sont :

- « **Ecran 1** » ou « **Ecran 2** » pour un projet double-écran ;
- **Activer** : choisi par défaut pour définir une nouvelle charge ;
- **z<sub>t</sub>** : niveau supérieur de la charge (m ou ft) ;
- **z<sub>b</sub>** : niveau inférieur de la charge (m ou ft) ;
- **α** : inclinaison de la charge par rapport à l'horizontale, comptée positivement dans le sens horaire (°).
- **q<sub>ht</sub>** : amplitude de la charge au niveau z<sub>t</sub> (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- **q<sub>hb</sub>** : amplitude de la charge au niveau z<sub>b</sub> (kN/m/ml ou kip/lft).
- **Nature de la charge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la charge en précisant si elle est **permanente** ou **variable** d'une part, et **favorable** ou **défavorable** de l'autre part. Ces choix impacteront la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la valeur de la charge (cf. § B.3.1.2 du manuel).
- **Famille** : dans le cas où le calcul de cas de charges a été activé (cf. §B.3.5), il est nécessaire d'attribuer la surcharge à une famille de charges à l'aide de la liste déroulante constituée de l'ensemble des familles définies au préalable.

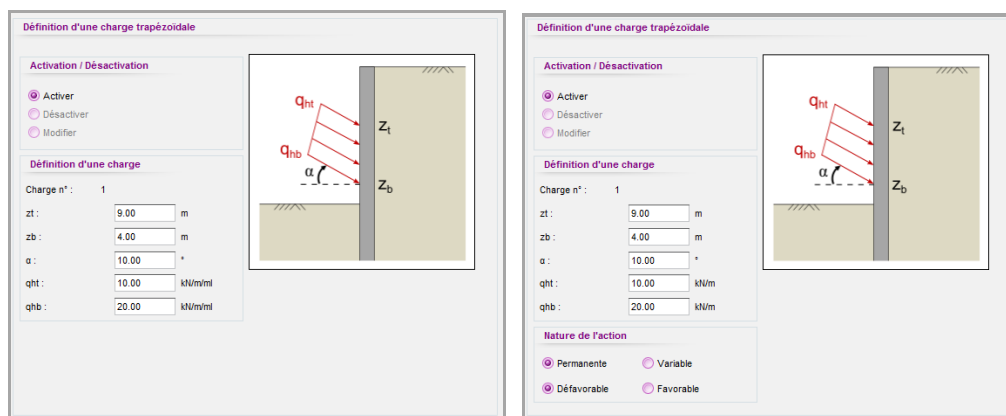


Figure B 127 : Définition d'une charge trapézoïdale

La valeur de la surcharge entre  $q_{ht}$  et  $q_{hb}$  est obtenue par interpolation linéaire entre les niveaux  $z_t$  et  $z_b$ .

Pour **modifier une charge trapézoïdale** précédemment définie, sélectionner « **Modifier** ». Les valeurs modifiables sont :

- $q_{ht}$  : amplitude de la charge au niveau  $z_t$  (kN/m/ml ou kip/lft) ;
- $q_{hb}$  : amplitude de la charge au niveau  $z_b$  (kN/m/ml ou kip/lft).
- **Nature de la charge** : dans le cas où les vérifications ELU ont été demandées, il est nécessaire de définir également la nature de la charge en précisant si elle est **permanente** ou **variable** d'une part, et **favorable** ou **défavorable** de l'autre part. Ces choix impacteront la valeur du coefficient partiel qui sera appliqué à la valeur de la charge (cf. § B.3.1.2 du manuel).

La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des charges trapézoïdales définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque charge trapézoïdale est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration et sa phase de définition ;
- ses niveaux d'application (haut et bas) ;
- son amplitude aux niveaux  $z_t$  et  $z_b$  ;
- son inclinaison.

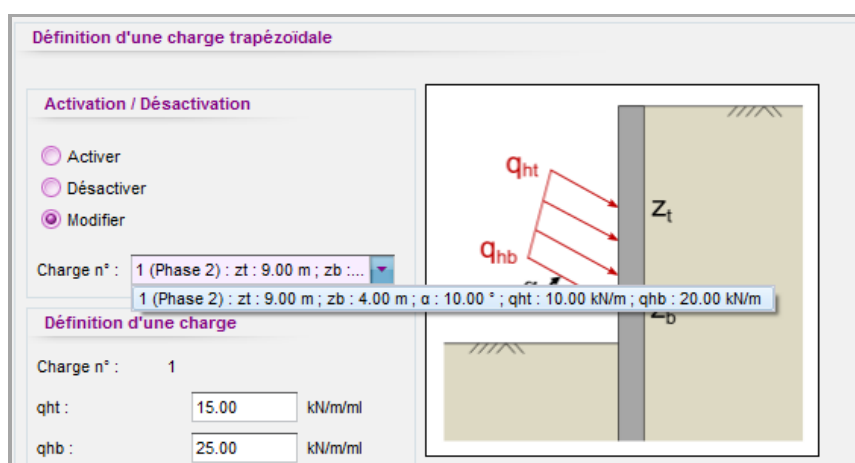


Figure B 128 : Modification d'une charge trapézoïdale

Pour **désactiver une charge trapézoïdale** précédemment définie, sélectionner « **Désactiver** ». La figure ci-dessous montre la liste déroulante constituée des charges de trapézoïdales définies au préalable et qui sont toujours présentes. Chaque charge trapézoïdale est identifiée par les éléments suivants :

- son numéro de déclaration et sa phase de définition ;
- ses niveaux d'application (haut et bas) ;
- son inclinaison ;
- son amplitude aux niveaux  $z_t$  et  $z_b$ .

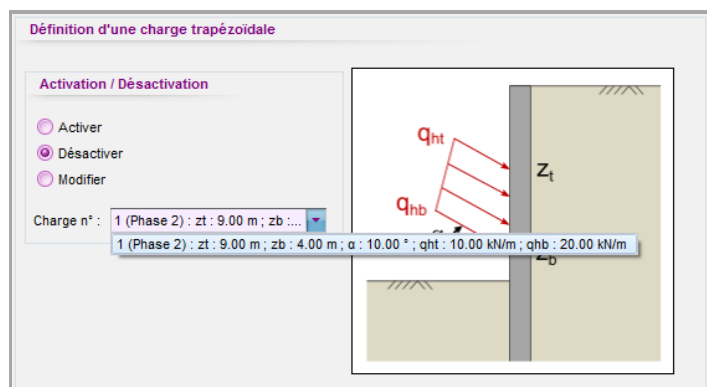


Figure B 129 : Désactivation d'une charge trapézoïdale

## B.5.7. Actions automatiques

### B.5.7.1. Options MEL (Méthode aux Equilibres Limites)

Cette action permet de contrôler les options disponibles dans le cadre des vérifications à l'ELU pour les phases pendant lesquelles l'écran est défini comme autostable (calcul MEL), c'est-à-dire les phases pour lesquelles la case « **Ecran en console** » est cochée.

Cette commande comporte 2 sections :

- **Surexcavation** : définition des surexcavations à prendre à compte dans les vérifications à l'ELU ;
- **Options du calcul MEL** : paramétrage des options intervenant dans le calcul MEL.

Les paramètres de cette action automatique sont les suivants :

- $\Delta a_{\text{gauche}}$  : valeur de la surexcavation du côté gauche de l'écran à prendre en compte lors des vérifications à l'ELU (MEL) ;
- $\Delta a_{\text{droite}}$  : valeur de la surexcavation du côté droit de l'écran à prendre en compte lors des vérifications à l'ELU (MEL).

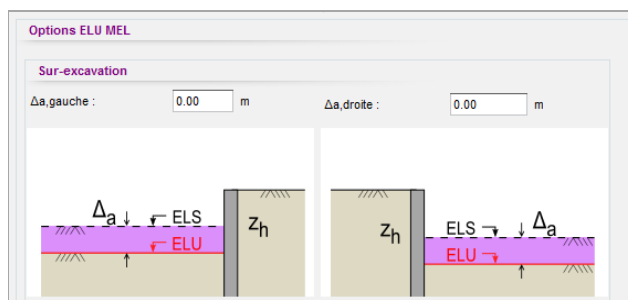


Figure B 130 : Modification des paramètres de surexcavation

- **Méthode de calcul** : méthode de calcul utilisée pour les vérifications MEL. Le choix « Automatique » est coché par défaut. Dans ce cas, la méthode D est utilisée. Si vous décochez cette option, vous pourrez choisir d'appliquer la méthode F ou la méthode D pour cette phase (cf. Partie C du manuel pour les détails de ces deux méthodes de calcul). Lorsque la méthode D est sélectionnée, une option supplémentaire permet de définir la fiche de calcul.

Trois choix sont alors disponibles pour la base de la fiche prise en compte de le calcul MEL :

- **Pied de l'écran** : la base de la fiche considérée correspond au pied de l'écran (option par défaut) ;
- **Niveau  $z_c - 0.2 \times f_0$**  : la base de la fiche considérée correspond au point de l'écran  $Z_{base} = z_c - 0.2 \times f_0$  et est évaluée automatiquement par le moteur de calcul une fois  $z_c$  et  $f_0$  calculés ;
- **Personnalisé** : la base de la fiche considérée est fixée par l'utilisateur.

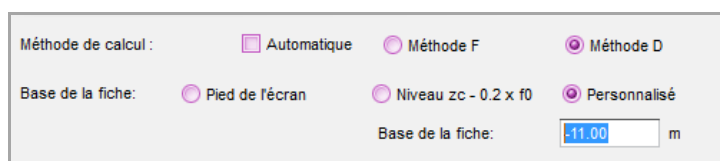


Figure B 131 : Modification des paramètres de la méthode de calcul

- **Sélection du côté de la butée**: côté considéré en butée lors des vérifications effectuées pour cette phase. Par défaut, la case « Automatique » est cochée pour cette option. Dans ce cas, le côté pour lequel le rapport de butées est le plus faible en calcul MISS est celui retenu. Si vous décochez cette option, vous pourrez forcer le choix du côté considéré pour la butée (cf. Partie C du manuel).

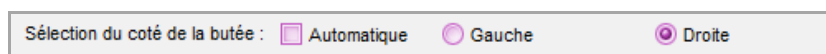
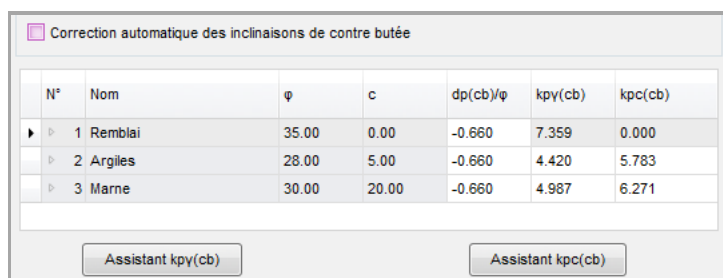


Figure B 132 : Modification du côté de la butée

- **Correction automatique des inclinaisons de contre-butée** : permet de corriger automatiquement les inclinaisons de contre-butée lors de l'évaluation des vérifications pour cette phase (cf. Partie C du manuel + Partie D/Tutoriel 3). Lorsque l'utilisateur désactive cette option, un tableau contenant les couches de sol présentes dans la phase en cours apparaît. Ce tableau permet à l'utilisateur de définir des paramètres personnalisés de la contre-butée.



N°	Nom	$\varphi$	c	$\delta_{p(cb)}/\varphi$	$k_{py}(cb)$	$k_{pc}(cb)$
1	Remblai	35.00	0.00	-0.660	7.359	0.000
2	Argiles	28.00	5.00	-0.660	4.420	5.783
3	Marne	30.00	20.00	-0.660	4.987	6.271

Figure B 133 : Modification des caractéristiques de la contrebutée dans le cadre d'un calcul MEL

Par défaut, pour chaque couche de sol, les paramètres de la contre-butée ( $\delta_{p(cb)}/\varphi$ ,  $k_{py}(cb)$  et  $k_{pc}(cb)$ ) sont pris égaux à ceux de la butée (valeurs de  $\delta_p/\varphi$ ,  $k_{py}$  et  $k_{pc}$ ).

Afin de pouvoir assurer simultanément la vérification des bilans des efforts verticaux et horizontaux avec des pressions compatibles, l'utilisateur pourra être amené, le cas échéant, à modifier l'inclinaison de la contrebutée  $\delta_{p(cb)}/\varphi$  (cf. Exemple 3 de la partie D du manuel).

Ces paramètres sont utilisés dans le cadre des calculs de vérification ELU (MEL) tels que décrits dans la partie C du manuel.

### B.5.7.2. Options ELU (MISS)

Cette commande permet de contrôler les options disponibles dans le cadre des vérifications ELU pour les phases pendant lesquelles l'écran est considéré ancré (calcul MISS), c'est-à-dire les phases pour lesquelles la case « **Ecran en console** » est décochée.

Cette commande comporte 2 sections :

- **Surexcavation** : définition des surexcavations à prendre à compte dans les vérifications ELU ;
- **Options Kranz** : paramétrage des options intervenant dans le cadre du calcul Kranz.

Les paramètres de cette commande sont les suivants :

- **$\Delta a_{\text{gauche}}$** : valeur de la surexcavation du côté gauche de l'écran à prendre en compte lors des vérifications ELU (MISS) ;
- **$\Delta a_{\text{droite}}$** : valeur de la surexcavation du côté droit de l'écran à prendre en compte lors des vérifications ELU (MISS).

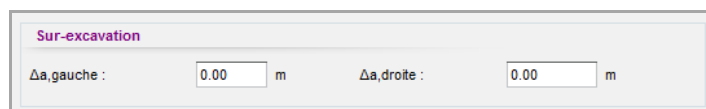


Figure B 134 : Modification des paramètres de surexcavation

- **Position  $z_D$  du point d'effort tranchant nul** : permet de choisir la manière dont est fixé le point  $z_D$  utilisé lors du calcul Kranz (cf. Partie C du manuel). Le choix « Automatique » est coché par défaut, auquel cas le moteur de calcul considère comme point d'effort tranchant le point le plus bas compris entre le pied de l'écran et le fond de fouille. Si cette option est décochée, il est possible d'imposer le niveau considéré pour le point  $z_D$ .

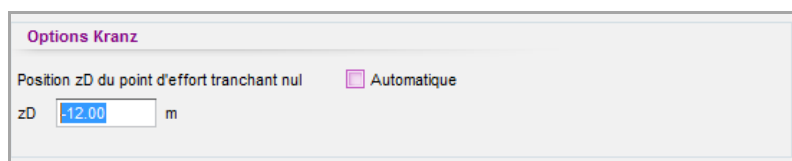


Figure B 135 : Position du point d'effort tranchant nul  $z_D$



### B.5.8. Séisme (calcul sismique)

Cette action permet de définir les caractéristiques d'un calcul sismique relatif à une phase pour laquelle la case « **Calcul sismique** » a été cochée.

Il est à noter que cette option n'est disponible que dans les phases pour lesquelles l'utilisateur n'a pas encore inséré d'actions. Inversement, l'activation de cette option désactive la possibilité de créer de nouvelles actions dans la phase courante. La phase est ensuite considérée comme « orpheline ». Cela signifie qu'une phase sans séisme définie après une phase avec séisme prendra comme référence pour son état initial la dernière phase sans séisme définie précédemment et non pas la phase de calcul sismique. Le schéma suivant explique la prise en compte du phasage lorsque des phases avec séisme sont présentes.

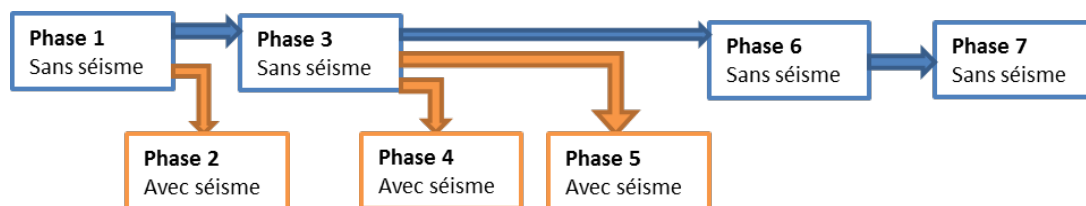


Figure B 136 : Phasage de calcul avec traitement des phases avec séisme

Cette commande comporte 2 sections :

- **Paramètres d'accélération:** caractéristiques du séisme ;
  - $k_h$  : coefficient sismique horizontal ;
  - $k_v$  : coefficient sismique vertical ;
  - **XP** : facteur de limitation de la butée ( $\leq 1$ ).
- **Paramètres des sols :** comportement des sols lors du calcul sous séisme. Pour chaque couche de sol :
  - $\gamma$  : poids volumique humide ( $\text{kN/m}^3$ , kcf) ;
  - $\gamma_d$  : poids volumique sec ( $\text{kN/m}^3$ , kcf) ;
  - **Comportement hydraulique à gauche et à droite** : permet de choisir entre un comportement ouvert (sol très perméable) ou fermé (sol peu perméable) pour la couche de sol sélectionnée de chaque côté de l'écran.

Le calcul des effets sismiques est mené selon la méthode « pseudo-statique ». Le moteur de calcul de K-Réa utilise les paramètres ci-dessus pour les opérations suivantes :

- Correction des diagrammes de poussée/butée limitée de chaque côté de l'écran tenant compte de l'action sismique ;
- Correction des profils hydrauliques de chaque côté de l'écran dans les niveaux où la nappe est libre et/ou ceux où le sol a été déclaré comme milieu « ouvert ».
- Application d'une forces d'inertie associées à la masse de l'écran.

La description mathématique de la méthode de calcul utilisée est détaillée dans la partie C du manuel.


## B.6. Calculs et résultats



Les calculs menés par K-Réa sont réalisés pour une longueur unitaire de l'écran, ainsi la plupart des données et des résultats se rapportent à cette longueur unitaire. L'unité /ml (par mètre linéaire) ou /lft (par pied linéaire) est rappelée de manière explicite dans les résultats fournis.

### B.6.1. Présentation générale

#### B.6.1.1. Calcul

Cliquer sur le bouton  situé dans la barre des boutons pour lancer les calculs de toutes les phases de calcul et de vérifications à l'ELU si elles ont été demandées.

Les calculs peuvent être effectués à tout moment (en phase initiale, au cours du phasage ou dans la phase finale) à partir du moment où les données de sol, de(s) écran(s) et des actions sont correctement renseignées.

#### B.6.1.2. Organigramme des calculs

Les résultats disponibles dépendent du type de calcul effectué. L'organigramme de calcul suivant explicite les résultats obtenus pour les différents types de calcul disponibles. La partie C du manuel fournit les explications détaillées sur les différents types de calcul évoqués dans cet organigramme.

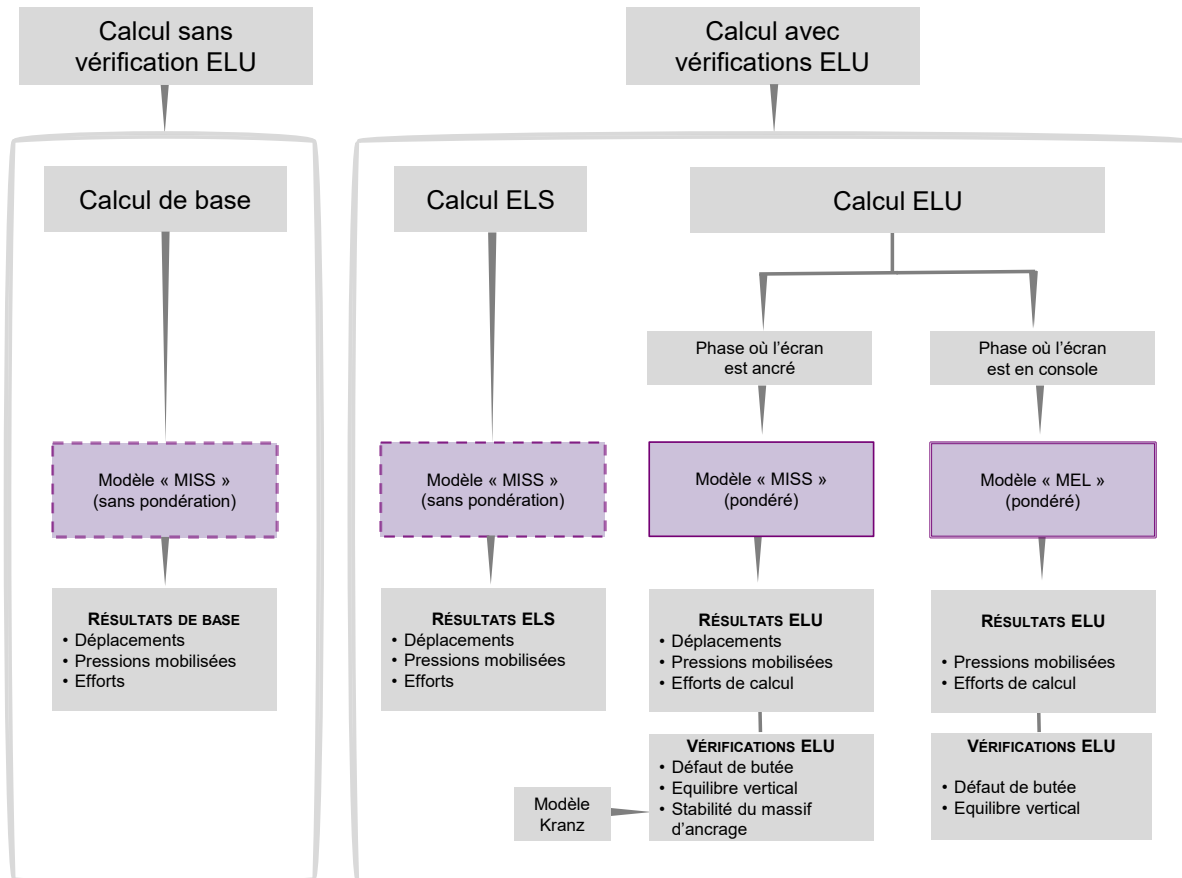


Figure B 137 : Organigramme de calcul et résultats obtenus pour chaque type de calcul

### B.6.1.3. Résultats pour un calcul sans vérifications ELU

Toutes les phases sont traitées à l'aide du calcul MISS de « base » réalisé sans pondération sur les caractéristiques des sols et des surcharges.

Les résultats obtenus comportent : les déplacements de l'écran, les moments fléchissants, les efforts tranchants, les pressions mobilisées ainsi que les réactions des appuis.

Le chapitre B.6.2 fournit la présentation détaillée des résultats du calcul MISS « de base ».

### B.6.1.4. Cas d'un calcul avec vérifications ELU

Pour chaque phase, deux calculs sont effectués :

- **Un calcul « ELS »** : calcul basé sur un modèle MISS réalisé sans pondération sur les caractéristiques des sols et des surcharges. Les résultats de ce calcul sont strictement identiques à ceux d'un calcul « sans vérifications ELU » : déplacements, moments fléchissants, efforts tranchants, pressions mobilisées et réactions des appuis.

Voir le chapitre B.6.2.5 pour la présentation détaillée des résultats ELS tels qu'ils sont affichés dans K-Réa (la présentation de ces résultats est très proche de celle des résultats du calcul MISS de base).

- **Un calcul « ELU »** : calcul basé sur un modèle MISS pondéré complété par un calcul MEL pour les phases où l'écran est considéré comme en console.

Les résultats disponibles sont les suivants :

- Déplacements de l'écran (pour les phases où l'écran est ancré) ;
- Valeurs de calcul des moments fléchissants et des efforts tranchants ;
- Valeurs de calcul des pressions mobilisées ;
- Valeurs de calcul des efforts dans les appuis.

Voir le chapitre B.6.3 pour la présentation détaillée des résultats ELU (MISS) tels qu'ils sont affichés dans K-Réa.

Les résultats des vérifications à l'ELU suivantes sont également disponibles :

- Vérification du défaut de butée ;
- Vérification de l'équilibre vertical ;
- Vérification de la stabilité du massif d'ancrage (Kranz) pour les phases où l'écran est ancré.

Voir le chapitre B.6.4.3 pour la présentation détaillée des résultats des vérifications tels qu'ils sont affichés dans K-Réa.

## B.6.2. Calcul sans vérifications ELU

### B.6.2.1. Résultats disponibles dans la fenêtre principale de K-Réa

Après la fin des calculs, une partie des résultats est affichée sous forme graphique dans la fenêtre principale dans le cadre de gestion de la phase en cours : déplacements, moments fléchissants et efforts tranchants.

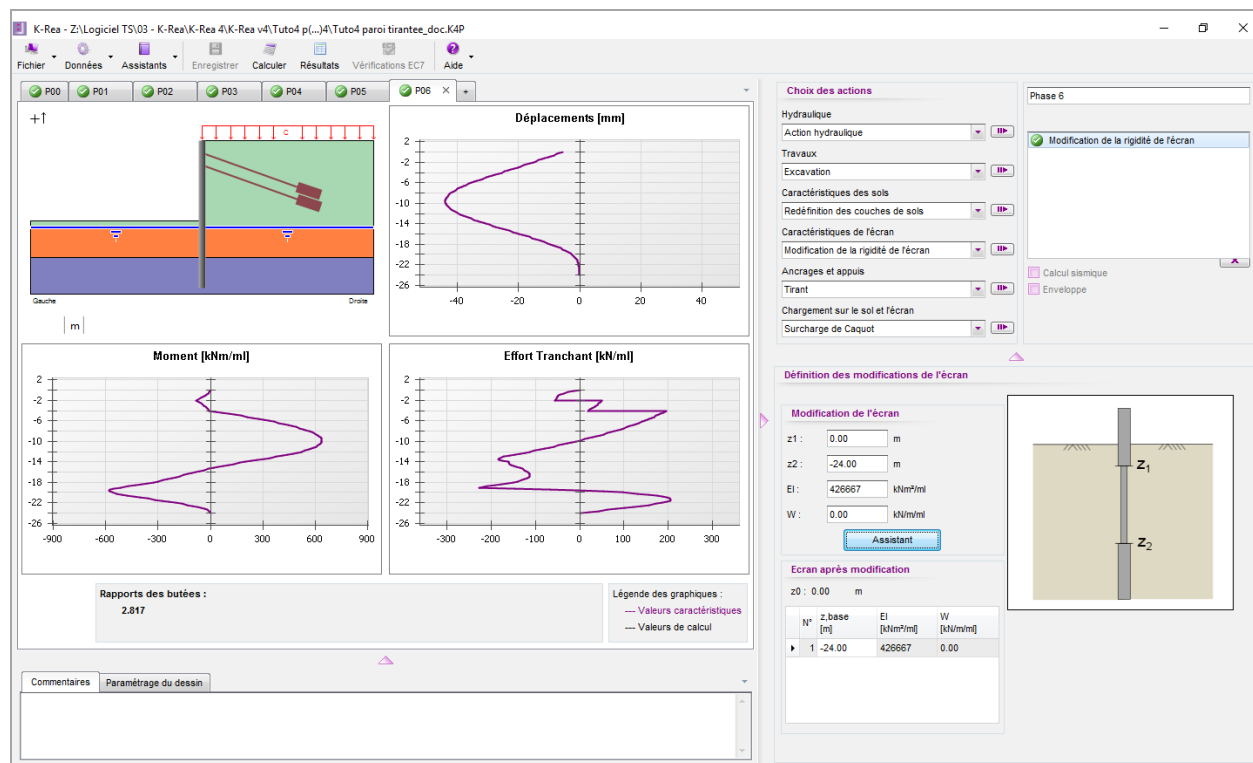



Figure B 138 : Affichage des résultats MISS (sans vérifications ELU) dans la fenêtre principale

Le rapport (butée mobilisable/butée mobilisée) est également affiché sur la fenêtre principale.

Un message d'avertissement apparaît dans le cadre de gestion du phasage si le calcul atteint le nombre maximal d'itérations par phase. Par des raisons de cohérence, ce message apparaît aussi pour toutes les phases suivant une phase pour laquelle le calcul n'a pas convergé.

**Attention, le nombre limite d'itérations a été atteint !!!**

Essayez d'affiner le pas de calcul, ou d'augmenter le nombre d'itérations autorisé par phase. Si le problème persiste, nous vous recommandons de vérifier les données de votre projet et de rechercher les causes d'instabilité possibles.

Il est bien sûr possible d'accéder à des résultats plus détaillés en ouvrant la fenêtre des résultats : il s'agit d'une fenêtre spécifique qui respecte le même principe de fonctionnement que le cadre de gestion du phasage, à savoir, via des onglets. Pour ceci, cliquer sur le bouton « **Résultats** »  qui se trouve dans la barre des boutons.

### B.6.2.2. Fenêtre des résultats / Onglet « Données »

Lorsque la fenêtre de résultats s'affiche, elle s'ouvre par défaut sur le premier onglet qui est celui du rappel des données générales du projet :

Résultats

Données

Synthèse des résultats

Enveloppe phases 1 à 6

1 : Phase 1

2 : Phase 2

3 : Phase 3

4 : Phase 4

5 : Phase 5

6 : Phase 6

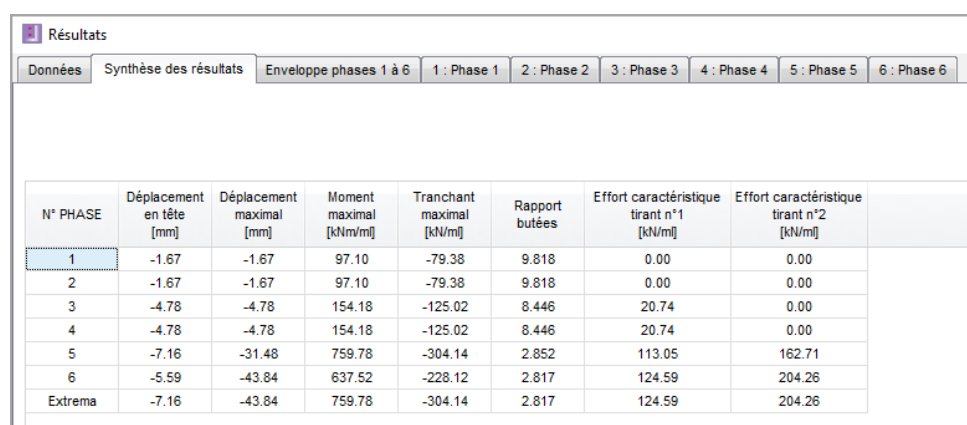
GENERALITES																		
Systèmes d'unités :	Métrique, k...																	
Poids volumique de l'eau :	10.00 kN/m³																	
Nombre d'itérations :	50																	
Pas de calcul :	0.20 m																	
Prise en compte moments 2...	Non																	
Définition du projet :	Cotes																	
CARACTERISTIQUES DES ...																		
Couche	z	zw	γ	γ'	φ	c	dc	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh	dkh	δa/φ	δp/φ
	m	m	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	kN/m²/m								kN/m²	kN/m²/m		
Sables et graviers	0.00	-14.00	20.00	10.00	35.00	0.00	0.000	0.426	0.227	7.359	0.426	0.426	0.000	0.000	50200	0	0.660	-0.660
Limons sableux	-14.00	-14.00	20.00	10.00	28.00	0.00	0.000	0.531	0.309	4.420	0.531	0.531	0.000	0.000	4500	0	0.660	-0.660
Substratum marneux	-19.00	-14.00	20.00	10.00	30.00	20.00	0.000	0.500	0.282	4.987	0.500	0.500	1.237	6.271	98000	0	0.660	-0.660
CARACTERISTIQUE DE L'E...																		
z0	0.00 m																	
Section	z, base	EI	Rc	W														
	m	kNm²/ml	kN/m²...	kN/m/ml														
1	-24.00	853333	0	20.00														

Figure B 139 : Fenêtre des résultats : onglet « Données »

Sur cet onglet sont regroupées, dans le cadre d'un projet écran simple, toutes les données des caractéristiques de sol et de l'écran, ainsi que les options de calcul choisies et les actions effectuées dans la phase initiale (p. ex. la poussée réduite).

### B.6.2.3. Fenêtre de résultats / Onglet « Synthèse des résultats »

L'onglet « Synthèse des résultats », qui suit celui consacré aux données, présente sous forme de tableau synthétique les extrema obtenus pour les principaux types de résultats, pour chaque phase de calcul et globalement sur l'ensemble du phasage (dernière ligne du tableau).



N° PHASE	Déplacement en tête [mm]	Déplacement maximal [mm]	Moment maximal [kNm/ml]	Tranchant maximal [kN/ml]	Rapport butées	Effort caractéristique tirant n°1 [kN/ml]	Effort caractéristique tirant n°2 [kN/ml]
1	-1.67	-1.67	97.10	-79.38	9.818	0.00	0.00
2	-1.67	-1.67	97.10	-79.38	9.818	0.00	0.00
3	-4.78	-4.78	154.18	-125.02	8.446	20.74	0.00
4	-4.78	-4.78	154.18	-125.02	8.446	20.74	0.00
5	-7.16	-31.48	759.78	-304.14	2.852	113.05	162.71
6	-5.59	-43.84	637.52	-228.12	2.817	124.59	204.26
Extrema	-7.16	-43.84	759.78	-304.14	2.817	124.59	204.26

Figure B 140 : Affichage du tableau de synthèse des résultats (écran simple, sans vérifications ELU)

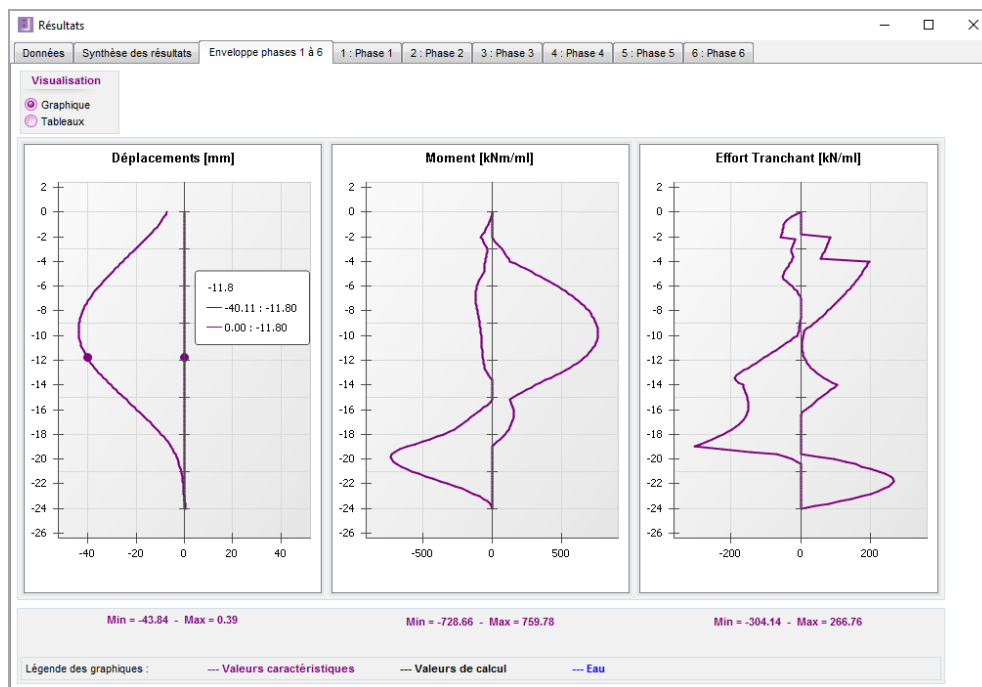
Les types de résultats pour lesquels ces extrema sont fournis sont les suivants :

- **Déplacement en tête** de l'écran (en mm ou in) ;
- **Déplacement maximal** obtenu le long de l'écran (en mm ou in) ;
- **Moment fléchissant maximal** obtenu le long de l'écran (en kNm/ml ou kip.ft/lft) ;
- **Effort tranchant maximal** obtenu le long de l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **Effort de voûte maximal** obtenu le long de l'écran, uniquement pour les écrans définis comme enceinte circulaire (en kN/ml) ;
- **Effort normal maximal** obtenu le long de l'écran (en kN/ml) ;
- **Rapport des butées** : rapport (butée mobilisable / butée mobilisée). Il est à noter que contrairement aux autres colonnes, l'extrema présenté en dernière ligne pour le rapport des butées est la valeur minimale rencontrée sur l'ensemble des phases (et non la valeur maximale, comme c'est le cas pour les autres colonnes) ;
- **Efforts dans les ancrages** : efforts repris dans les ancrages pour chaque phase (unité variable).

#### B.6.2.4. Fenêtre des résultats / Onglet(s) « Enveloppe »

Le(s) onglet(s) qui suit(vent) à la « Synthèse de résultats » dans la fenêtre de résultats sont consacrés aux enveloppes des déplacements, des moments fléchissants et des efforts tranchants.

- Si aucune enveloppe « intermédiaire » n'a été demandée lors de la définition du phasage, un seul onglet « Enveloppe » est disponible. Il correspond aux enveloppes calculées sur l'ensemble du phasage défini.
- Si des enveloppes intermédiaires ont été demandées lors de la définition du phasage, plusieurs onglets enveloppes sont créés et correspondent au découpage imposé par l'utilisateur à l'aide des cases cochées.



Sur chaque onglet « Enveloppe », il est possible de basculer en mode de visualisation « Graphique » ou « Tableau » grâce à la liste de choix.



Sur tous les onglets de la fenêtre des résultats sont affichés deux boutons. Le bouton **Imprimer** permet d'ouvrir la boîte de dialogue des impressions et le bouton **Quitter** permet de fermer la fenêtre des résultats.

### B.6.2.5. Résultats par phase : représentation graphique

Les onglets suivants correspondent aux phases définies dans le projet. Ils fournissent les graphiques (option « Graphiques » cochée par défaut) : déplacements, moments fléchissants, efforts tranchants, rotations, efforts de voûte, effort normal et pressions des terres et de l'eau.

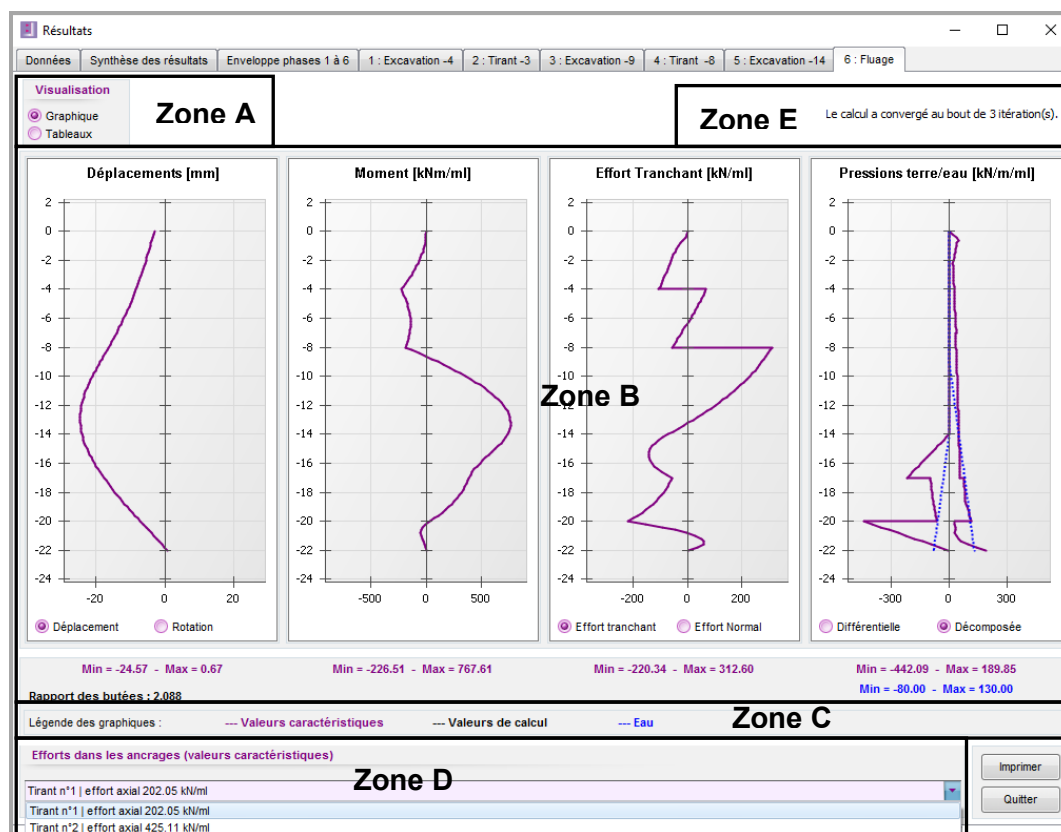
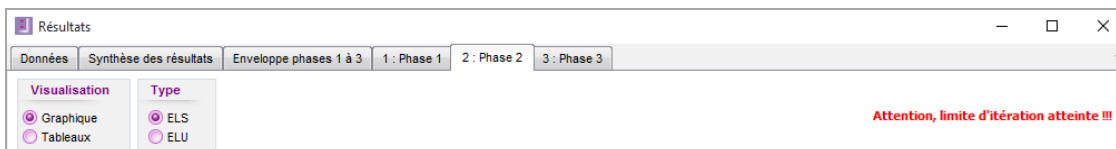


Figure B 142 : Affichage des résultats d'une phase sous forme de graphiques (écran simple, sans vérifications ELU)

Chaque onglet « phase » comprend **cinq zones** :

- **Zone A** : choix du type de visualisation (graphiques ou tableaux).
- **Zone B** : consacrée à l'affichage des résultats proprement dits :
- **Zone C** : réservée à l'affichage du rapport (butée mobilisable / butée mobilisée).
- **Zone D** : contient une liste déroulante, qui donne les efforts dans les ancrages actifs dans la phase considérée.
- **Zone E** : consacrée aux messages d'information ou d'avertissement, comme celui sur la convergence du calcul. Si celle-ci n'a pas été atteinte après le nombre d'itérations maximal fixé dans les données (cf. chapitre B.3.1), le calcul s'arrête malgré tout (pour ne pas boucler indéfiniment) et un message est affiché pour alerter l'utilisateur.



Pour la zone B, les courbes affichées sont les suivantes :

- courbe des **déplacements / rotations** de l'écran ;
- courbe du **moment fléchissant / effort de voûte** de l'écran ;
- courbe de l'effort tranchant / effort axial calculés de l'écran ;
- courbe des **pressions des terres et pressions d'eau** : dans le cas d'un affichage « décomposé », les courbes violettes en trait plein correspondent aux pressions des terres et les courbes bleues en pointillés aux pressions d'eau. Les courbes correspondant aux valeurs négatives sont celles des pressions qui s'appliquent à gauche de l'écran. Et inversement, celles qui correspondent aux valeurs positives sont les valeurs des pressions qui s'appliquent sur le côté droit de l'écran. Il est également possible de demander l'affichage de la pression différentielle calculée par addition des pressions des terres de part et d'autre de l'écran et des pressions d'eau.

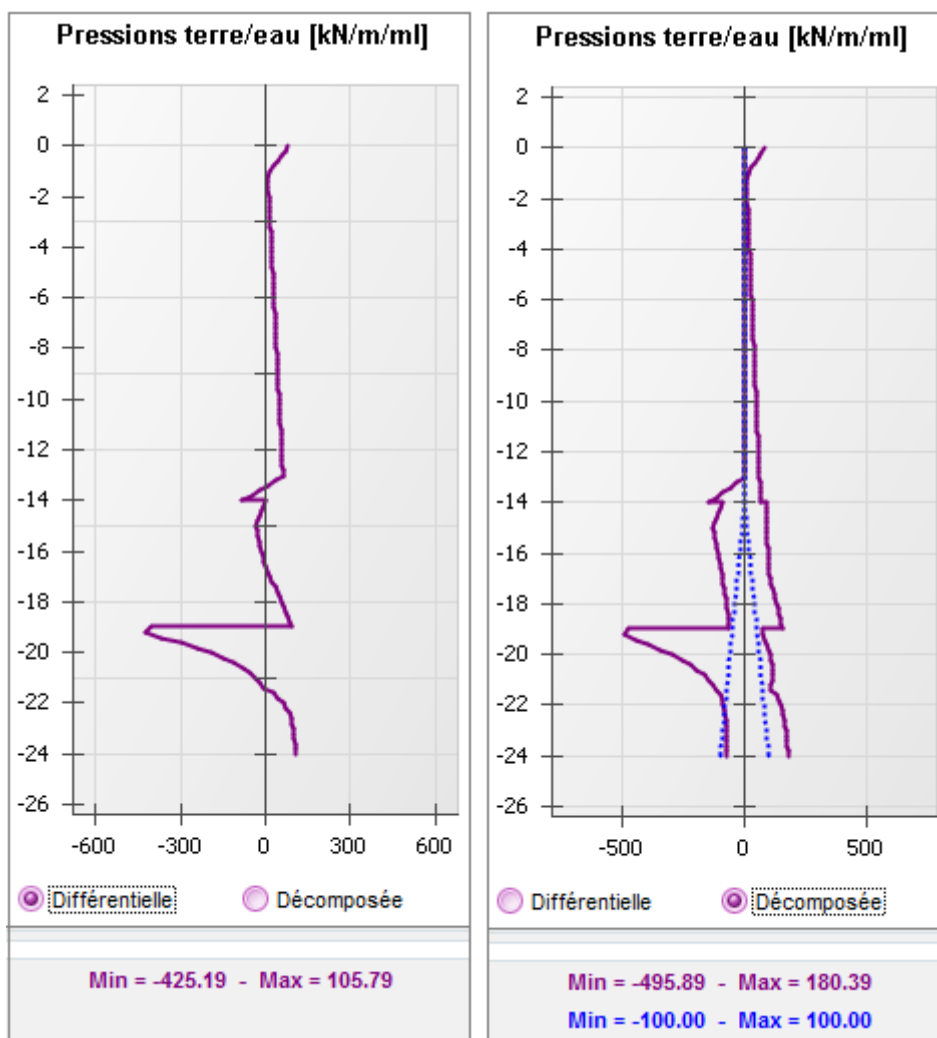


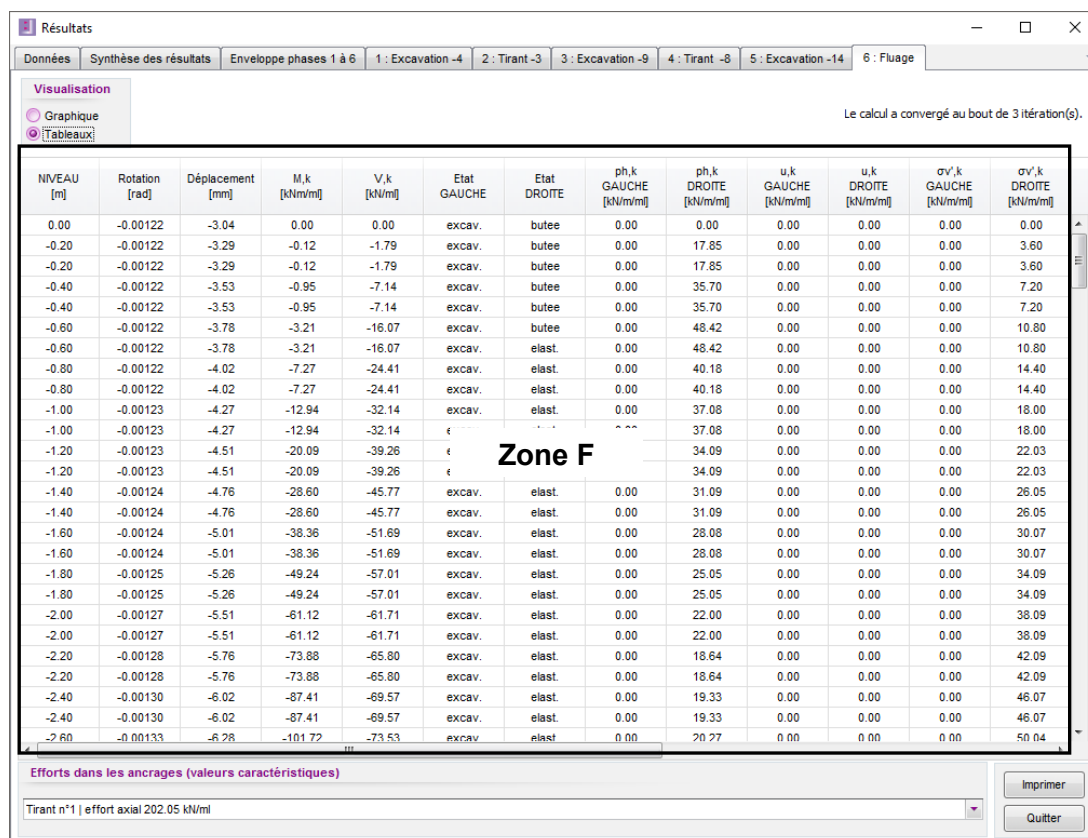
Figure B 143 : Exemple d'affichage de la pression différentielle (à gauche) et d'affichage décomposé des pressions (à droite)

Les valeurs minimales et maximales de chacune des courbes s'affichent sous chacun des graphiques.



### B.6.2.6. Résultats par phase : tableaux de valeurs

Il est possible de basculer vers un affichage sous forme de tableaux de résultats en sélectionnant l'option « Tableaux ».



NIVEAU [m]	Rotation [rad]	Déplacement [mm]	M <sub>k</sub> [kNm/ml]	V <sub>k</sub> [kN/ml]	Etat GAUCHE	Etat DROITE	ph.k GAUCHE [kN/m/ml]	ph.k DROITE [kN/m/ml]	u.k GAUCHE [kN/m/ml]	u.k DROITE [kN/m/ml]	σ' <sub>v,k</sub> GAUCHE [kN/m/ml]	σ' <sub>v,k</sub> DROITE [kN/m/ml]
0.00	-0.00122	-3.04	0.00	0.00	excav.	butee	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.20	-0.00122	-3.29	-0.12	-1.79	excav.	butee	0.00	17.85	0.00	0.00	0.00	3.60
-0.20	-0.00122	-3.29	-0.12	-1.79	excav.	butee	0.00	17.85	0.00	0.00	0.00	3.60
-0.40	-0.00122	-3.53	-0.95	-7.14	excav.	butee	0.00	35.70	0.00	0.00	0.00	7.20
-0.40	-0.00122	-3.53	-0.95	-7.14	excav.	butee	0.00	35.70	0.00	0.00	0.00	7.20
-0.60	-0.00122	-3.78	-3.21	-16.07	excav.	butee	0.00	48.42	0.00	0.00	0.00	10.80
-0.60	-0.00122	-3.78	-3.21	-16.07	excav.	elast.	0.00	48.42	0.00	0.00	0.00	10.80
-0.80	-0.00122	-4.02	-7.27	-24.41	excav.	elast.	0.00	40.18	0.00	0.00	0.00	14.40
-0.80	-0.00122	-4.02	-7.27	-24.41	excav.	elast.	0.00	40.18	0.00	0.00	0.00	14.40
-1.00	-0.00123	-4.27	-12.94	-32.14	excav.	elast.	0.00	37.08	0.00	0.00	0.00	18.00
-1.00	-0.00123	-4.27	-12.94	-32.14	excav.	elast.	0.00	37.08	0.00	0.00	0.00	18.00
-1.20	-0.00123	-4.51	-20.09	-39.26	excav.	elast.	0.00	34.09	0.00	0.00	0.00	22.03
-1.20	-0.00123	-4.51	-20.09	-39.26	excav.	elast.	0.00	34.09	0.00	0.00	0.00	22.03
-1.40	-0.00124	-4.76	-28.60	-45.77	excav.	elast.	0.00	31.09	0.00	0.00	0.00	26.05
-1.40	-0.00124	-4.76	-28.60	-45.77	excav.	elast.	0.00	31.09	0.00	0.00	0.00	26.05
-1.60	-0.00124	-5.01	-38.36	-51.69	excav.	elast.	0.00	28.08	0.00	0.00	0.00	30.07
-1.60	-0.00124	-5.01	-38.36	-51.69	excav.	elast.	0.00	28.08	0.00	0.00	0.00	30.07
-1.80	-0.00125	-5.26	-49.24	-57.01	excav.	elast.	0.00	25.05	0.00	0.00	0.00	34.09
-1.80	-0.00125	-5.26	-49.24	-57.01	excav.	elast.	0.00	25.05	0.00	0.00	0.00	34.09
-2.00	-0.00127	-5.51	-61.12	-61.71	excav.	elast.	0.00	22.00	0.00	0.00	0.00	38.09
-2.00	-0.00127	-5.51	-61.12	-61.71	excav.	elast.	0.00	22.00	0.00	0.00	0.00	38.09
-2.20	-0.00128	-5.76	-73.88	-65.80	excav.	elast.	0.00	18.64	0.00	0.00	0.00	42.09
-2.20	-0.00128	-5.76	-73.88	-65.80	excav.	elast.	0.00	18.64	0.00	0.00	0.00	42.09
-2.40	-0.00130	-6.02	-87.41	-69.57	excav.	elast.	0.00	19.33	0.00	0.00	0.00	46.07
-2.40	-0.00130	-6.02	-87.41	-69.57	excav.	elast.	0.00	19.33	0.00	0.00	0.00	46.07
-2.60	-0.00133	-6.28	-101.72	-73.53	excav.	elast.	0.00	20.77	0.00	0.00	0.00	50.04

Figure B 144 : Affichage des résultats d'une phase de calcul sous forme de tableau

Chaque colonne rappelle la grandeur dans l'intitulé, le côté d'application (gauche ou droit) et les unités usuelles définies pour le projet.

Le descriptif des colonnes est donné ci-après :

- **Profondeur ou niveau** (m, ft) : cote/profondeur des points de calcul des éléments de l'écran. Le pas de calcul renseigné dans la fenêtre « Titre et options » est une valeur maximale d'espacement entre deux points successifs. K-Réa ajuste cet espacement lorsque c'est nécessaire en fonction des interfaces de sol et des éléments d'ancrage (1 point pour les éléments d'ancrage et 2 points pour les interfaces des couches de sol).
- **Rotation** (rad) : rotation (ou distorsion) de l'écran au point de calcul.
- **Déplacement** (mm, in) : déplacement latéral de l'écran au point de calcul.
- **M<sub>k</sub>** (kNm/ml, kip.ft/lft) : valeur caractéristique du moment fléchissant dans l'écran.
- **V<sub>k</sub>** (kN/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de l'effort tranchant dans l'écran.
- **Etat** : indique l'état du sol au niveau des nœuds selon la notation suivante :
  - Excavation : le sol est excavé devant le côté gauche ou droit de l'écran ;
  - Décollement : le sol et l'écran ne sont plus en contact (pression négative remplacée par une pression minimale, plus de détail en partie C du manuel) ;
  - Poussée : le sol en contact avec l'écran est en état de poussée active ;
  - Elastique : le sol en contact avec l'écran est en phase élastique ;
  - Butée : le sol en contact avec l'écran est en état de butée.

- $p_{h,k}$  (kN/m/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de la pression horizontale effective mobilisée ;
- $u_k$  (kN/m/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de la pression d'eau calculée en fonction du poids volumique de l'eau au nœud considéré ;
- $\sigma'_{v,k}$  (kN/m/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de la contrainte verticale effective au point considéré ;
- $p_{a,k}$  (kN/m/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de la pression effective en poussée active (poussée mobilisable) ;
- $p_{b,k}$  (kN/m/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de la pression effective en butée (butée mobilisable) ;
- $p_k$  (kN/m/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de la pression différentielle, calculée comme suit :

$$p_k = p_{h,k}^{\text{droite}} - p_{h,k}^{\text{gauche}} + u_{k}^{\text{droite}} - u_{k}^{\text{gauche}}$$

- $F_{v,k}$  (kN/m, kip) : valeur caractéristique de la pression de voûte ;
- $N_k$  (kN/ml, kip/lft) : valeur caractéristique de l'effort normal ;
- $p_{0,k}$  (kN/m/ml, kip/lft) : valeur de la pression initiale.

### B.6.3. Calcul avec vérifications ELU (résultats principaux)

Dans le cas des calculs d'écrans simples avec vérifications ELU, K-Réa permet de visualiser les résultats ELS d'une part et les résultats ELU de l'autre part.

Pour chaque résultat ELU, l'indice « k » indique qu'il s'agit d'une valeur caractéristique alors que l'indice « d » indique qu'il s'agit d'une valeur de calcul (« design » en anglais).

#### B.6.3.1. Fenêtre principale

Sur la fenêtre principale, seuls les résultats du calcul à l'ELU sont affichés. L'affichage des résultats diffère selon que l'écran soit ancré ou pas dans la phase considérée.

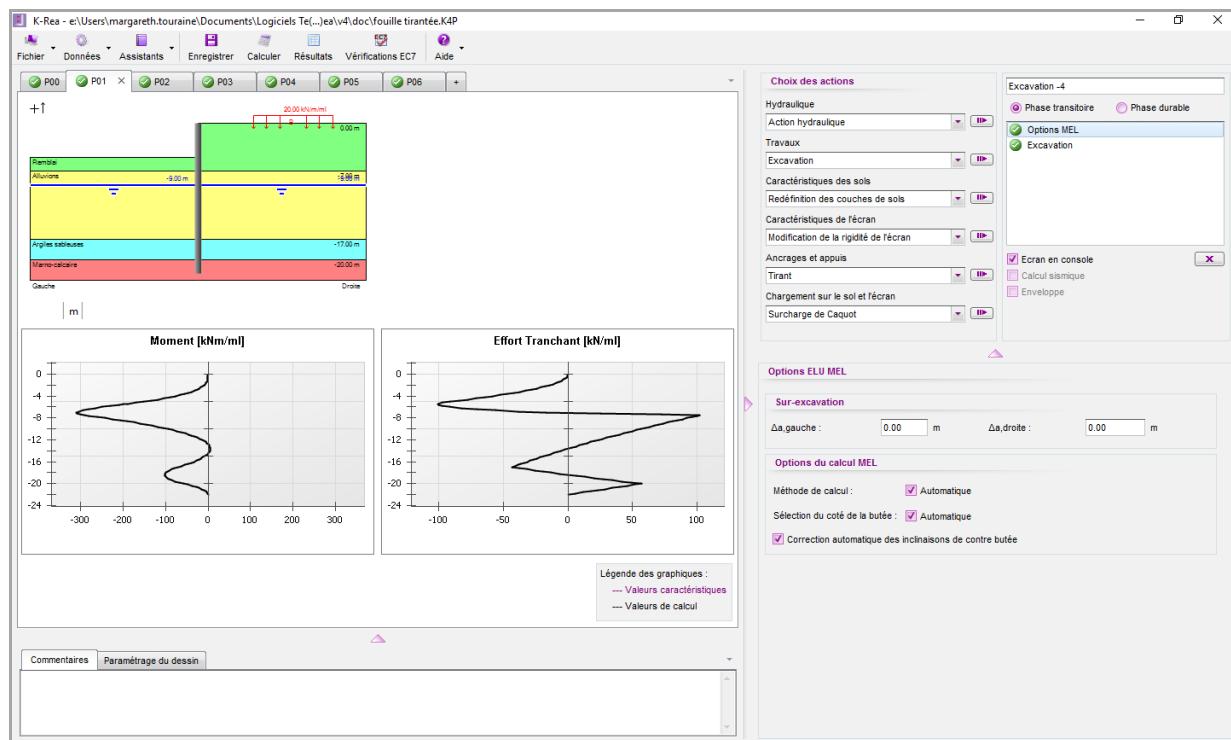


Figure B 145 : Résultats ELU d'une phase où l'écran est autostable (calcul MEL) – Les déplacements ne sont pas affichés

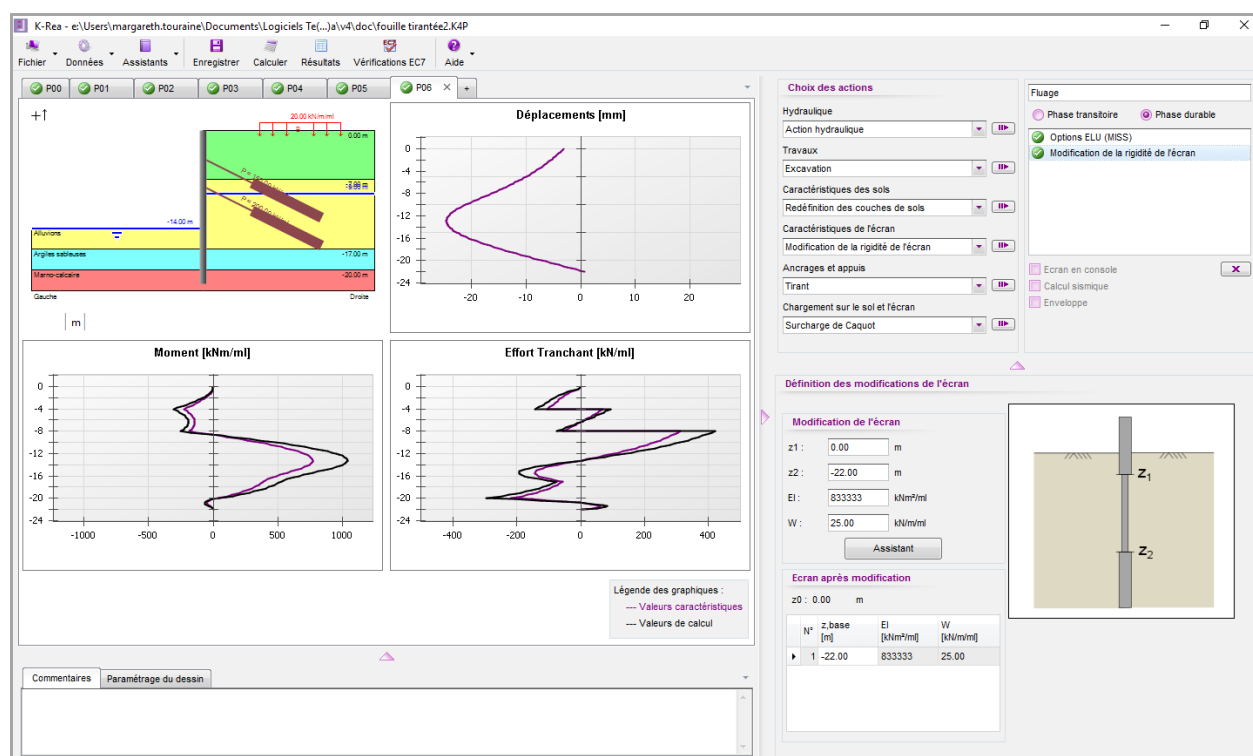


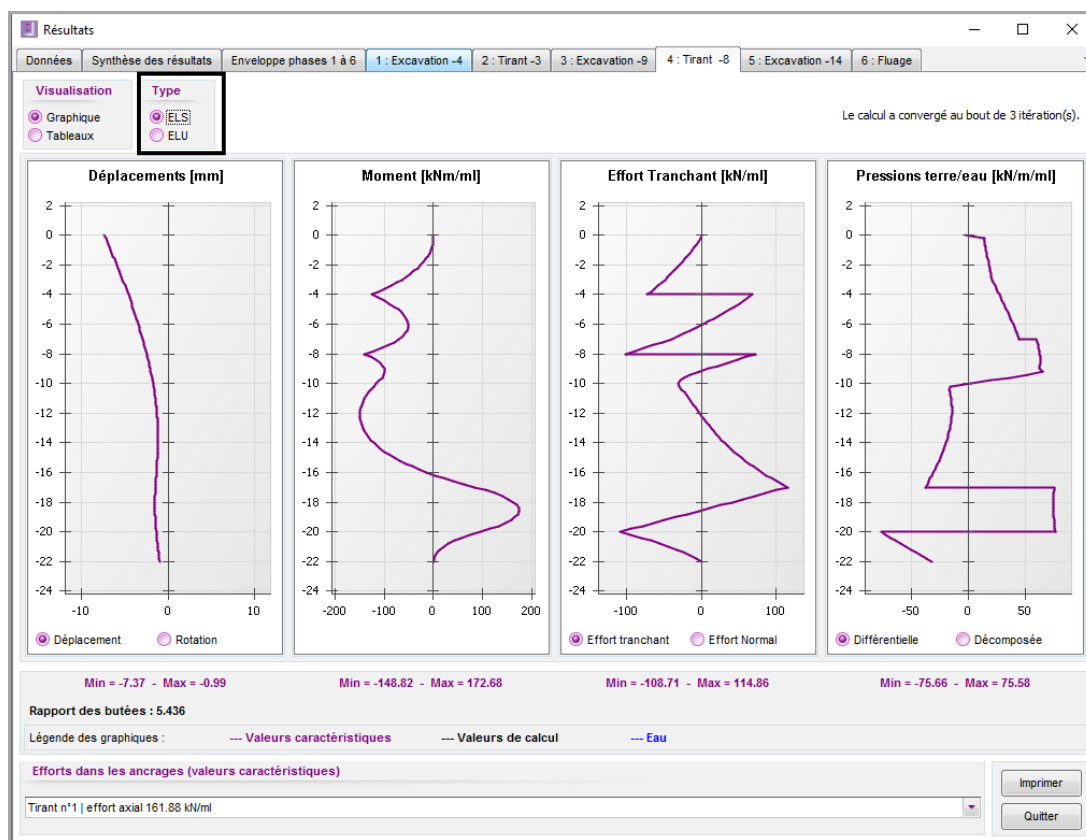
Figure B 146 : Résultats ELU d'une phase où l'écran est ancré (calcul MISS)

Dans la partie haute de la fenêtre, K-Réa permet à l'utilisateur de basculer à tout moment entre les résultats à l'ELS et les résultats à l'ELU (que ce soit pour les onglets « phases », la « synthèse des résultats » ou les « enveloppes »).

D'autre part, lorsque l'affichage demandé est celui des résultats à l'ELU, 3 boutons supplémentaires sont disponibles et permettent d'accéder aux résultats des vérifications à l'ELU (cf. Partie C du manuel).

### B.6.3.2. Résultats ELS par phase

Les résultats d'un calcul à l'ELS sont les mêmes que ceux d'un calcul MISS de base. Les indications des chapitres B.6.2.2 à B.6.2.5 restent donc valables.



### B.6.3.3. Résultats ELU par phase : calcul MEL (écran autostable)

Dans ce cas, le calcul MEL effectué fournit les résultats suivants sur les graphiques et dans les tableaux (cf. Figure B 148 et Figure B 149) :

- seules les valeurs de calcul (indice d) des moments fléchissant et efforts tranchants sont disponibles,.
- les résultats en termes de déplacements ne sont pas affichés (ni sur les graphiques ni dans les tableaux) puisqu'il s'agit d'un calcul à l'équilibre limite.

- les résultats en termes de déplacements ne sont pas affichés (ni sur les graphiques ni dans les tableaux) puisqu'il s'agit d'un calcul à l'équilibre limite.

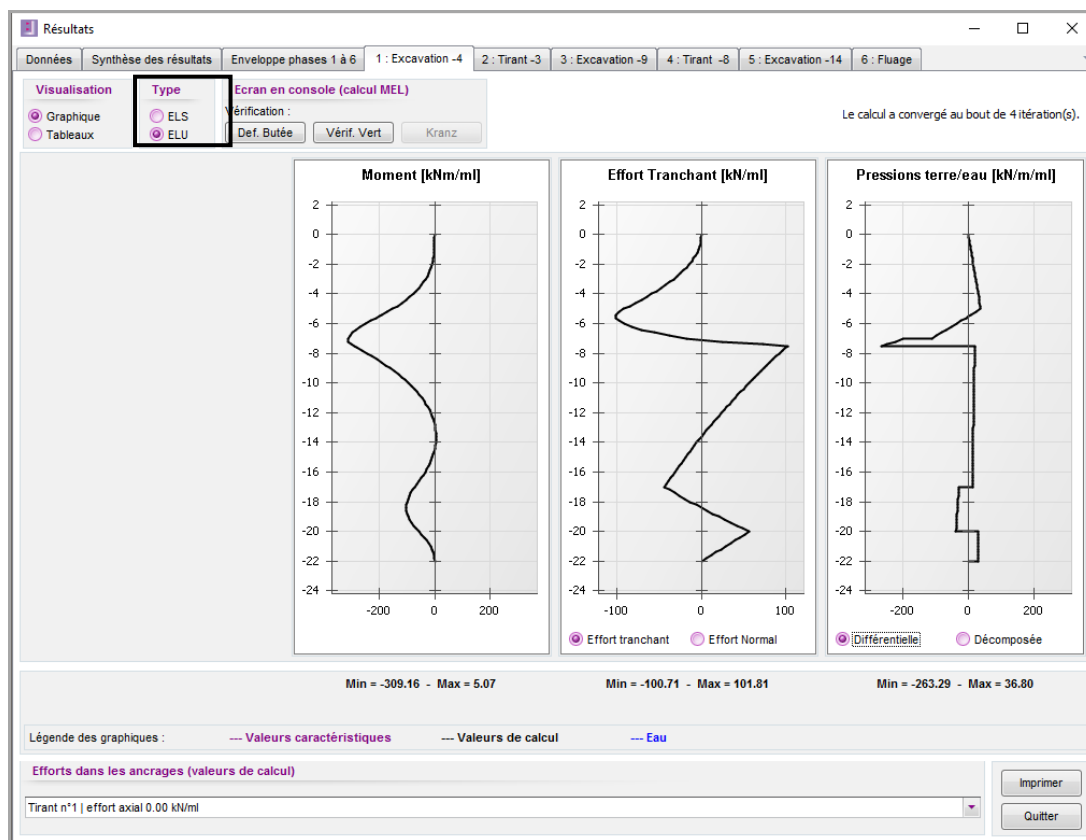


Figure B 148 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (MEL) - Graphiques

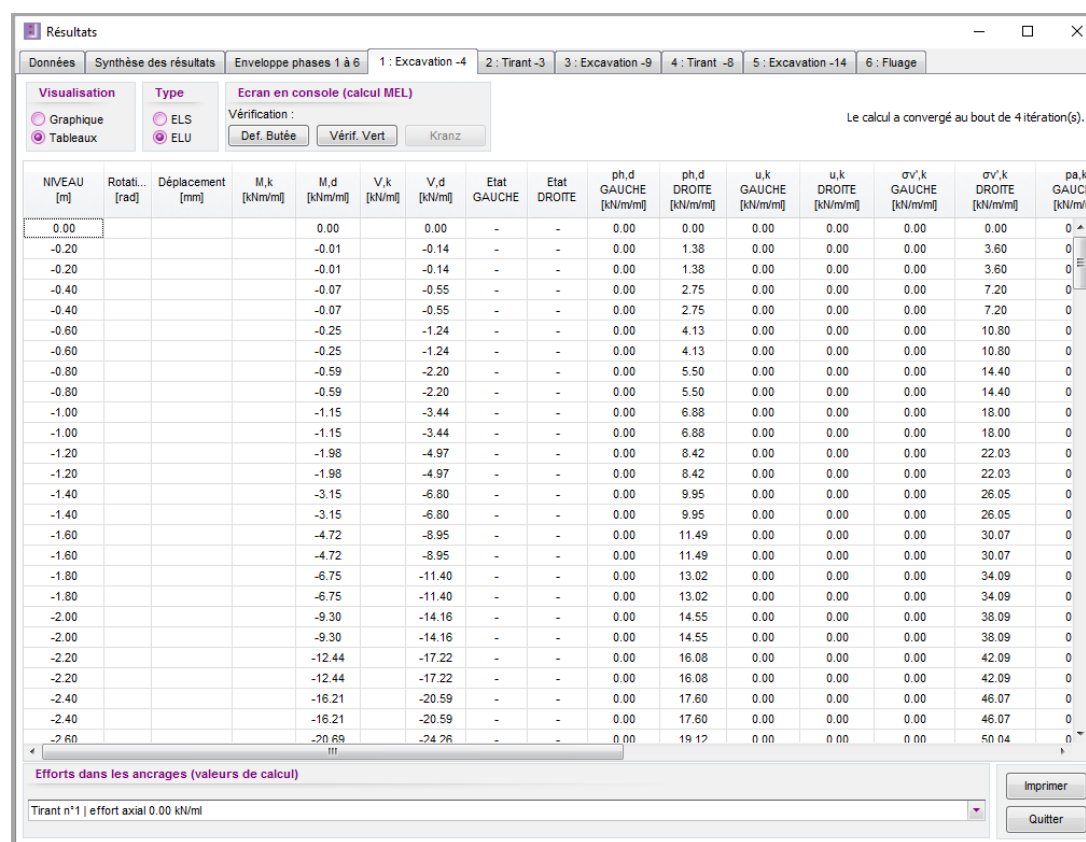
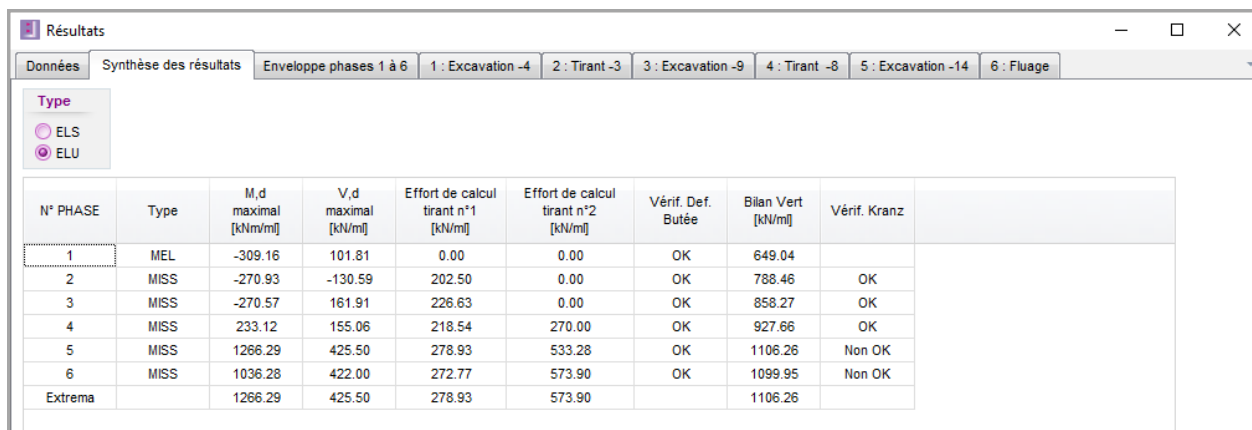


Figure B 149 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (MEL) – Tableaux

D'autre part, des colonnes supplémentaires apparaissent dans l'onglet **Synthèse des résultats** (cf. Figure B 150) :

- **Type** : indique le type de calcul effectué (MEL ou MISS) ;
- **Déf. Butée** : indique les résultats de la vérification du défaut de butée ;
- **Vérif. Vert** : indique la résultante verticale calculée lors de la vérification de l'équilibre vertical (valeur positive si la résultante des efforts verticaux est orientée vers le bas).



N° PHASE	Type	M.d maximal [kN/m]	V.d maximal [kN/m]	Effort de calcul tirant n°1 [kN/m]	Effort de calcul tirant n°2 [kN/m]	Vérif. Def. Butée	Bilan Vert [kN/m]	Vérif. Kranz
1	MEL	-309.16	101.81	0.00	0.00	OK	649.04	
2	MISS	-270.93	-130.59	202.50	0.00	OK	788.46	OK
3	MISS	-270.57	161.91	226.63	0.00	OK	858.27	OK
4	MISS	233.12	155.06	218.54	270.00	OK	927.66	OK
5	MISS	1266.29	425.50	278.93	533.28	OK	1106.26	Non OK
6	MISS	1036.28	422.00	272.77	573.90	OK	1099.95	Non OK
Extrema		1266.29	425.50	278.93	573.90		1106.26	

Figure B 150 : Fenêtre des résultats – Synthèse des résultats à l'ELU pour des phases en console uniquement

Pour le reste, les indications des chapitres B.6.2.2 à B.6.2.5 restent valables.

#### B.6.3.4. Résultats ELU par phase : calcul MISS (écran ancré)

Dans ce cas, le calcul MISS fournit les résultats suivants:

- les graphiques et les tableaux présentent les résultats à la fois en valeurs caractéristiques (indice k) et en valeurs de calcul (indice d) (Figure B 151 et Figure B 152) ;
- une légende est fournie sous les courbes pour distinguer les résultats en valeurs caractéristiques (courbes violettes) des résultats en valeurs de calcul (courbes noires).

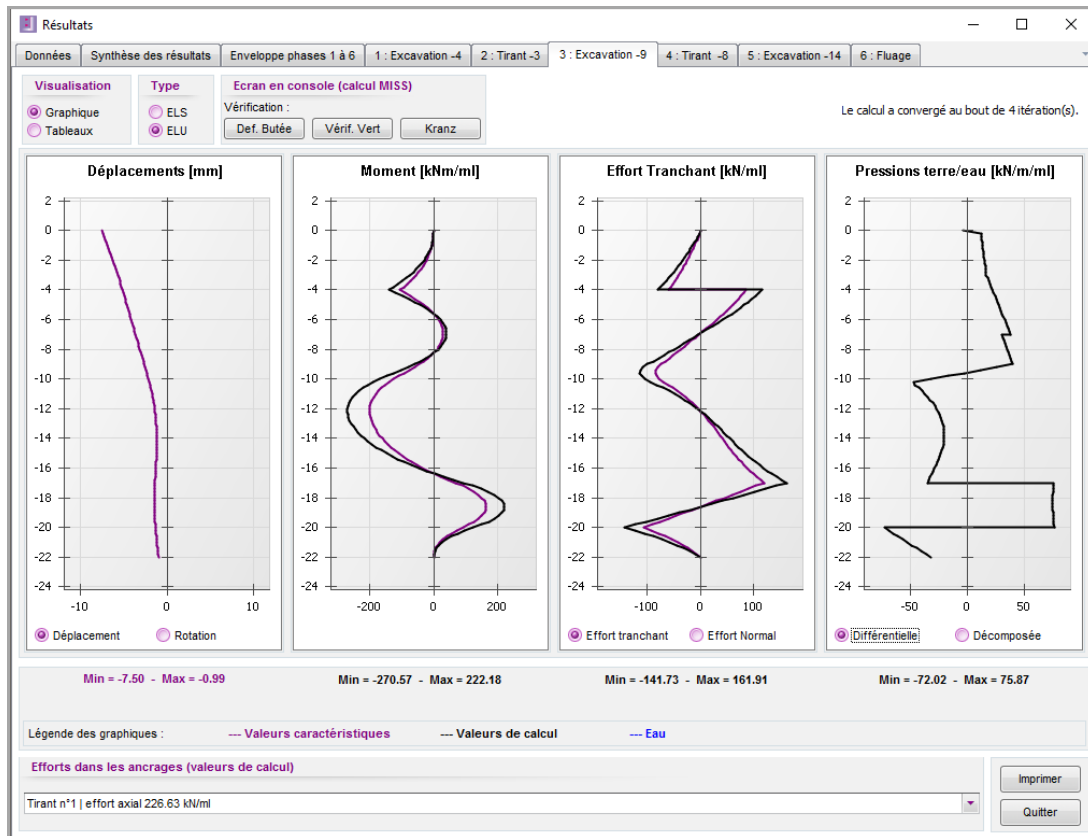


Figure B 151 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (calcul MISS) - Graphiques

**Résultats**

Données Synthèse des résultats Enveloppe phases 1 à 6 1 : Excavation -4 2 : Tirant -3 3 : Excavation -9 4 : Tirant -8 5 : Excavation -14 6 : Fluage

Visualisation Type Ecran en console (calcul MISS)

Graphique ELS Vérification : Def. Butée Vérif. Vert Kranz

Le calcul a convergé au bout de 4 itération(s).

NIVEAU [m]	Rotat. [rad]	Déplacement [mm]	M,k [kNm/m]	M,d [kNm/m]	V,k [kN/m]	V,d [kN/m]	Etat GAUCHE	Etat DROITE	ph,k GAUCHE [kN/m/m]	ph,k DROITE [kN/m/m]	u,k GAUCHE [kN/m/m]	u,k DROITE [kN/m/m]	σv,k GAUCHE [kN/m/m]	σv,k DROITE [kN/m/m]	pa,k GAUCHE [kN/m/m]
0.00	0.000...	-7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	excav.	elast.	0.00	-4.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.20	0.000...	-7.38	-0.03	-0.04	-0.90	-1.21	excav.	elast.	0.00	12.58	0.00	0.00	0.00	3.60	0.00
-0.20	0.000...	-7.38	-0.03	-0.04	-0.90	-1.21	excav.	elast.	0.00	12.03	0.00	0.00	0.00	3.60	0.00
-0.40	0.000...	-7.26	-0.45	-0.61	-3.33	-4.50	excav.	elast.	0.00	12.28	0.00	0.00	0.00	7.20	0.00
-0.40	0.000...	-7.26	-0.45	-0.61	-3.33	-4.50	excav.	elast.	0.00	12.28	0.00	0.00	0.00	7.20	0.00
-0.60	0.000...	-7.14	-1.37	-1.85	-5.81	-7.84	excav.	elast.	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	10.80	0.00
-0.60	0.000...	-7.14	-1.37	-1.85	-5.81	-7.84	excav.	elast.	0.00	12.53	0.00	0.00	0.00	10.80	0.00
-0.80	0.000...	-7.01	-2.78	-3.76	-8.34	-11.26	excav.	elast.	0.00	12.77	0.00	0.00	0.00	14.40	0.00
-0.80	0.000...	-7.01	-2.78	-3.76	-8.34	-11.26	excav.	elast.	0.00	12.77	0.00	0.00	0.00	14.40	0.00
-1.00	0.000...	-6.89	-4.71	-6.35	-10.92	-14.74	excav.	elast.	0.00	13.02	0.00	0.00	0.00	18.00	0.00
-1.00	0.000...	-6.89	-4.71	-6.35	-10.92	-14.74	excav.	elast.	0.00	13.02	0.00	0.00	0.00	18.00	0.00
-1.20	0.000...	-6.77	-7.15	-9.66	-13.56	-18.31	excav.	elast.	0.00	13.39	0.00	0.00	0.00	22.03	0.00
-1.20	0.000...	-6.77	-7.15	-9.66	-13.56	-18.31	excav.	elast.	0.00	13.39	0.00	0.00	0.00	22.03	0.00
-1.40	0.000...	-6.65	-10.14	-13.68	-16.28	-21.97	excav.	elast.	0.00	13.76	0.00	0.00	0.00	26.05	0.00
-1.40	0.000...	-6.65	-10.14	-13.68	-16.28	-21.97	excav.	elast.	0.00	13.76	0.00	0.00	0.00	26.05	0.00
-1.60	0.000...	-6.53	-13.67	-18.45	-19.07	-25.74	excav.	elast.	0.00	14.12	0.00	0.00	0.00	30.07	0.00
-1.60	0.000...	-6.53	-13.67	-18.45	-19.07	-25.74	excav.	elast.	0.00	14.12	0.00	0.00	0.00	30.07	0.00
-1.80	0.000...	-6.41	-17.77	-23.99	-21.93	-29.60	excav.	elast.	0.00	14.48	0.00	0.00	0.00	34.09	0.00
-1.80	0.000...	-6.41	-17.77	-23.99	-21.93	-29.60	excav.	elast.	0.00	14.48	0.00	0.00	0.00	34.09	0.00
-2.00	0.000...	-6.29	-22.45	-30.30	-24.86	-33.56	excav.	elast.	0.00	14.84	0.00	0.00	0.00	38.09	0.00
-2.00	0.000...	-6.29	-22.45	-30.30	-24.86	-33.56	excav.	elast.	0.00	14.84	0.00	0.00	0.00	38.09	0.00
-2.20	0.000...	-6.17	-27.72	-37.42	-27.86	-37.61	excav.	elast.	0.00	15.18	0.00	0.00	0.00	42.09	0.00
-2.20	0.000...	-6.17	-27.72	-37.42	-27.86	-37.61	excav.	elast.	0.00	15.18	0.00	0.00	0.00	42.09	0.00
-2.40	0.000...	-6.05	-33.59	-45.35	-30.93	-41.76	excav.	elast.	0.00	15.53	0.00	0.00	0.00	46.07	0.00
-2.40	0.000...	-6.05	-33.59	-45.35	-30.93	-41.76	excav.	elast.	0.00	15.53	0.00	0.00	0.00	46.07	0.00
-2.60	0.000...	-5.93	-40.09	-54.12	-34.07	-45.99	excav.	elast.	0.00	15.86	0.00	0.00	0.00	50.04	0.00

Efforts dans les ancrages (valeurs de calcul)

Tirant n°1 | effort axial 226.63 kN/m

Imprimer Quitter

Figure B 152 : Fenêtre des résultats - Résultats ELU (calcul MISS) - Tableaux

D'autre part, des colonnes supplémentaires apparaissent dans l'onglet **Synthèse des résultats** (cf. B.6.2.3) :

- **Type** : indique le type de calcul effectué (MEL ou MISS) ;
- **Déf. Butée** : indique le résultat de la vérification du défaut de butée ;
- **Vérif. Vert** : indique la résultante calculée lors de la vérification verticale (valeur positive si la résultante des efforts verticaux est orientée vers le bas) ;
- **Kranz** : indique le résultat de la vérification Kranz.

N° PHASE	Type	M,d maximal [kN/m]	V,d maximal [kN/m]	Effort de calcul tirant n°1 [kN/m]	Effort de calcul tirant n°2 [kN/m]	Vérif. Def. Butée	Bilan Vert [kN/m]	Vérif. Kranz
1	MEL	-309.16	101.81	0.00	0.00	OK	649.04	
2	MISS	-270.93	-130.59	202.50	0.00	OK	788.46	OK
3	MISS	-270.57	161.91	226.63	0.00	OK	858.27	OK
4	MISS	233.12	155.06	218.54	270.00	OK	927.66	OK
5	MISS	1266.29	425.50	278.93	533.28	OK	1106.26	Non OK
6	MISS	1036.28	422.00	272.77	573.90	OK	1099.95	Non OK
Extrema		1266.29	425.50	278.93	573.90		1106.26	


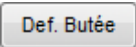
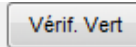
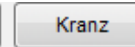
Figure B 153 : Fenêtre des résultats – Synthèse des résultats ELU pour un projet avec phases en console et phases ancrées


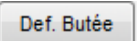
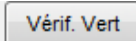
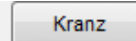
Pour le reste, les indications des chapitres B.6.2.2 à B.6.2.5 restent valables.

#### B.6.4. Vérifications ELU

Lorsque les vérifications ELU ont été activées pour un projet, K-Réa fournit les résultats de trois types de vérifications à l'ELU effectuées pour chaque phase définie dans le projet.

Ces résultats sont affichés dans une fenêtre spécifique, à laquelle on peut accéder de deux façons :

- En cliquant directement sur le bouton « Vérifications à l'EC7 » .
- En cliquant sur l'un des boutons    depuis la fenêtre de présentation des résultats détaillés (lorsque les résultats à l'ELU sont affichés).

La fenêtre spécifique des résultats des vérifications ELU (Figure B 154) s'ouvre alors, et se place par défaut sur la phase couramment sélectionnée avant la demande d'affichage des résultats : soit la phase affichée dans la fenêtre principale dans le cas d'un accès par le bouton , soit la phase affichée dans la fenêtre des résultats dans le cas d'un accès depuis l'un des boutons   .



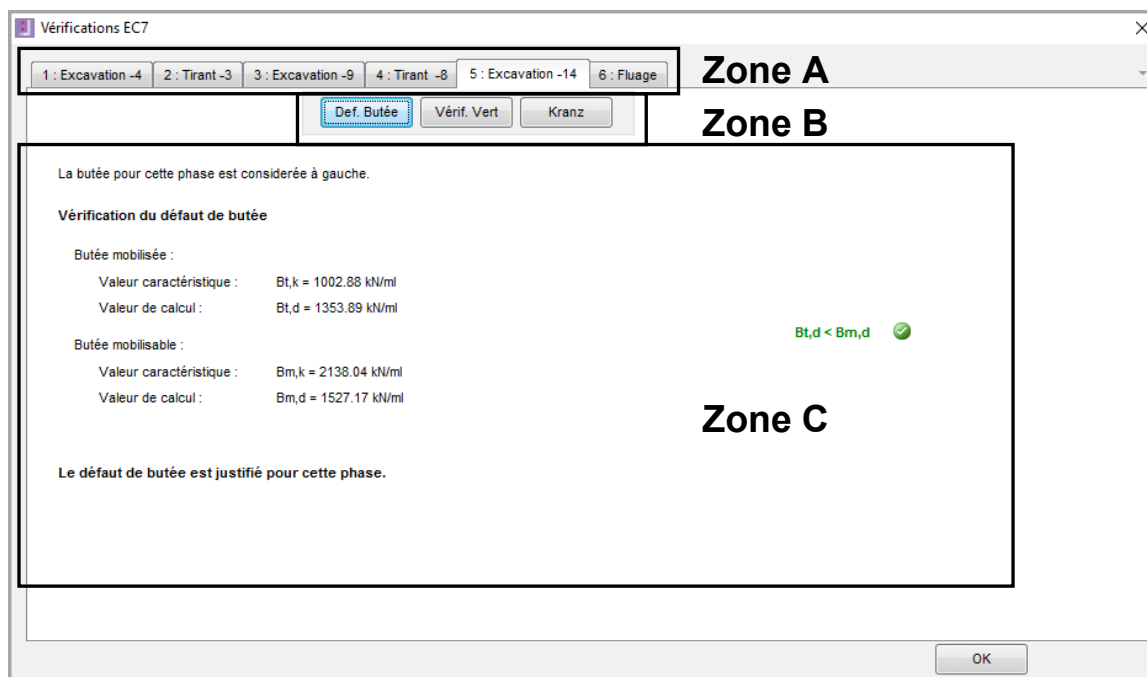


Figure B 154 : Fenêtre d'affichage des résultats des vérifications ELU

La fenêtre d'affichage des résultats des vérifications contient 3 zones :

- **Zone A** : elle correspond aux onglets permettant de sélectionner la phase pour laquelle les vérifications sont affichées.
- **Zone B** : elle correspond aux onglets permettant de sélectionner la vérification à l'ELU dont on souhaite afficher les résultats :
  - La vérification du défaut de butée ;
  - La vérification de l'équilibre vertical ;
  - La vérification de la stabilité du massif d'ancrage via la méthode simplifiée de **Kranz** (disponible seulement si au moins un ancrage est actif dans la phase sélectionnée).
- **Zone C** : zone d'affichage des résultats demandés.

Les sous-chapitres suivants précisent les différents résultats affichés pour chaque type de vérification. Ces résultats et leurs notations renvoient à la partie C du manuel pour le détail des méthodes de calcul appliquées (conformément à la norme française NF P94-282).

### B.6.4.1. Vérification du défaut de butée

#### B.6.4.1.1. Cas d'un écran ancré (calcul MISS)

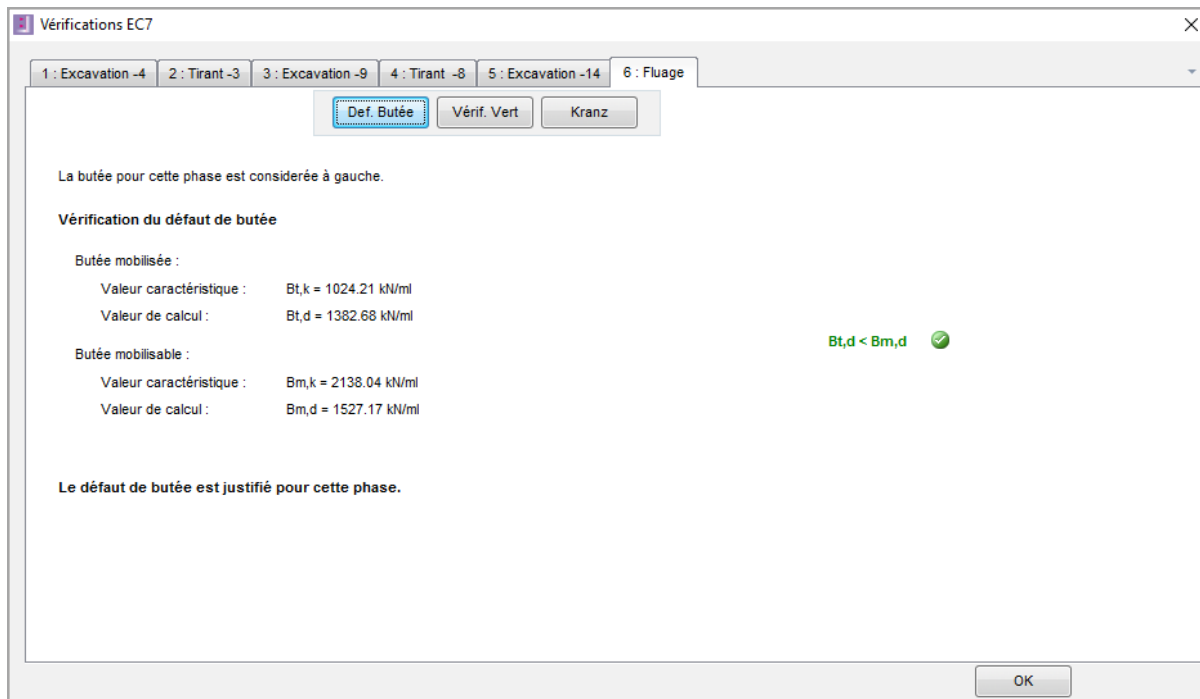




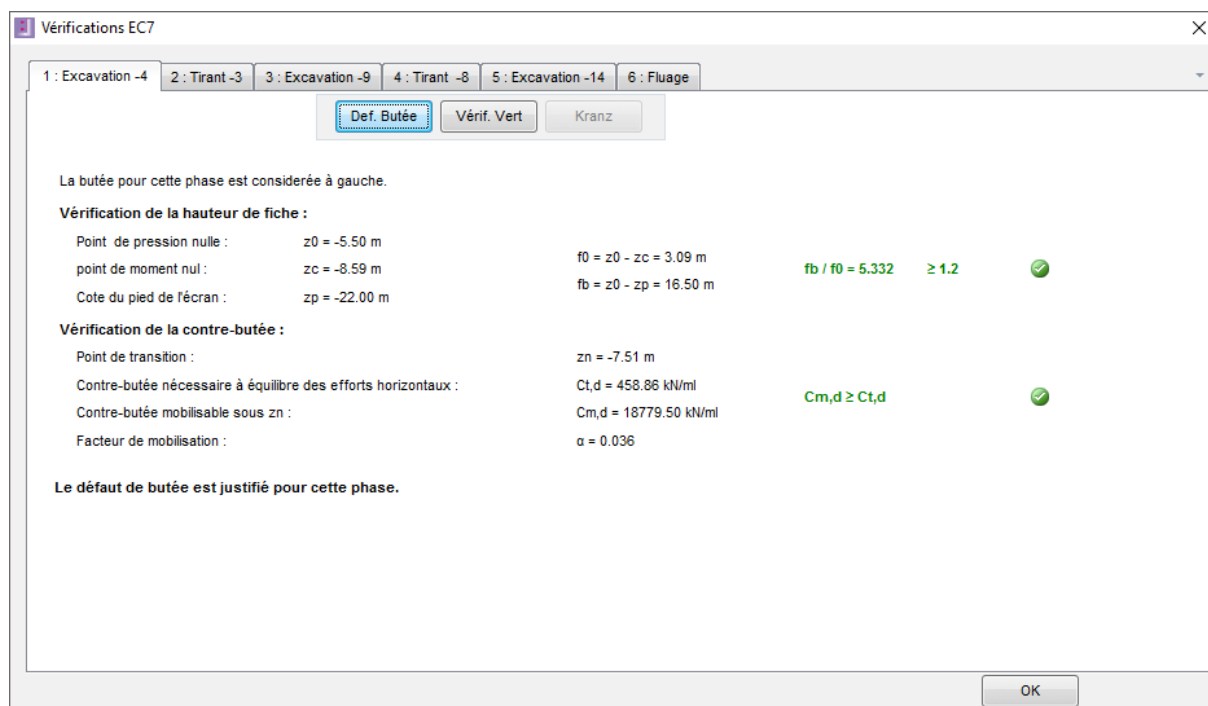
Figure B 155 : Vérification ELU – Résultats de la vérification du défaut de butée – Phase ancrée (calcul MISS)

Dans le cas d'un écran ancré, la vérification du défaut de butée est basée sur l'évaluation des grandeurs suivantes :

- $B_{t,k}$  : valeur caractéristique de la résultante de la butée mobilisée (en kN ou kp) ;
- $B_{t,d}$  : valeur de calcul de la résultante de la butée mobilisée (en kN ou kip) ;
- $B_{m,k}$  : valeur caractéristique de la résultante de la butée mobilisable (en kN ou kip) ;
- $B_{m,d}$  : valeur de calcul de la résultante de la butée mobilisable (en kN ou kip).

K-Réa compare la valeur de  $B_{t,d}$  à celle de  $B_{m,d}$  et un indicateur matérialise le résultat de la vérification pour la phase sélectionnée : rond vert  si la butée mobilisée  $B_{t,d}$  est inférieure à la butée mobilisable  $B_{m,d}$ , ou rouge  si ce n'est pas le cas.

Pour plus de détails sur cette vérification, veuillez-vous reporter à la partie C du manuel.

B.6.4.1.2. Cas d'un écran autostable (calcul MEL)


Vérifications EC7

1 : Excavation -4   2 : Tirant -3   3 : Excavation -9   4 : Tirant -8   5 : Excavation -14   6 : Fluage

Def. Butée   Vérif. Vert   Kranz

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle :	$z_0 = -5.50 \text{ m}$	$f_0 = z_0 - z_c = 3.09 \text{ m}$	$f_b / f_0 = 5.332 \geq 1.2$	✓
point de moment nul :	$z_c = -8.59 \text{ m}$	$f_b = z_0 - z_p = 16.50 \text{ m}$		
Cote du pied de l'écran :	$z_p = -22.00 \text{ m}$			

**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :	$z_n = -7.51 \text{ m}$			
Contre-butée nécessaire à équilibre des efforts horizontaux :	$C_{t,d} = 458.86 \text{ kN/ml}$	$C_{m,d} \geq C_{t,d}$		✓
Contre-butée mobilisable sous $z_n$ :	$C_{m,d} = 18779.50 \text{ kN/ml}$			
Facteur de mobilisation :	$\alpha = 0.036$			

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

OK

Figure B 156 : Vérification ELU – Résultats de la vérification du défaut de butée – Phase autostable (calcul MEL)

Dans le cas d'un écran ancré, la vérification du défaut de butée est basée sur un calcul de type MEL (modèle à l'équilibre limite) qui fait intervenir les paramètres intermédiaires suivants :

- $z_0$  : cote/profondeur du point de pression différentielle nulle (en m ou ft) ;
- $z_c$  : cote/profondeur du point de moment nul (en m ou ft) ;
- $z_p$  : cote/profondeur du pied de l'écran (en m ou ft) ;
- $f_0$  : fiche de l'écran « disponible » sous  $z_0$  (en m ou ft) ;
- $f_b$  : fiche minimale, sous  $z_0$ , nécessaire à l'obtention de l'équilibre des moments (en m ou ft) ;
- $f_0/f_b$  : rapport des deux fiches précédemment calculées (sans unité) ;
- Indicateur de vérification de la hauteur de fiche : cet indicateur est vert ✓ si la vérification est positive (fiche disponible supérieure à la fiche minimale avec un coefficient de sécurité supérieur à 1,2) ; il est rouge ✗ dans le cas contraire.
- $z_n$  (uniquement si la méthode D a été choisie ; dans le cas contraire, le point  $z_n$  est implicitement confondu avec le point  $z_c$ ) : cote/profondeur du point de transition (en m ou ft) ;
- $C_{t,d}$  : valeur de calcul de la résultante de la contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux (en kN/ml ou kip/lft) ;
- $C_{m,d}$  : valeur de calcul de la résultante de la contre-butée mobilisable sous le point de transition (en kN/ml ou kip/lft) ;
- $\alpha$  : facteur de mobilisation (fonction du rapport  $C_{t,d} / C_{m,d}$ , voir Partie C) ;
- **Indicateur de vérification de la contre-butée** : cet indicateur est vert ✓ si la vérification est positive (valeur de  $\alpha$  inférieure ou égale à 1) ; il est rouge ✗ dans le cas contraire.

Pour plus de détails sur cette vérification, veuillez-vous reporter à la partie C du manuel.

## B.6.4.2. Vérification de l'équilibre vertical de l'écran

### B.6.4.2.1. Cas d'un écran ancré (calcul MISS)

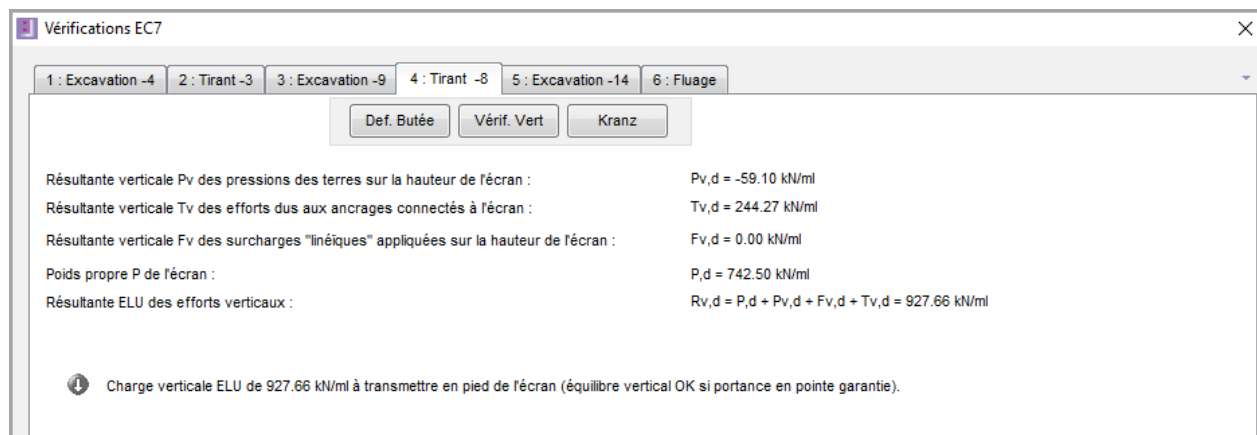




Figure B 157 : Vérification ELU – Bilan de l'équilibre vertical – Ecran ancré (calcul MISS)

Dans le cas d'un écran ancré, la vérification de l'équilibre vertical fait intervenir les grandeurs suivantes :

- $P_{v,d}$  : valeur de calcul de la résultante verticale des pressions des terres sur la hauteur de l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- $T_{v,d}$  : valeur de calcul de la résultante verticale des efforts dus aux ancrages connectés à l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- $F_{v,d}$  : valeur de calcul de la résultante verticale aux surcharges linéiques appliquées sur la hauteur de l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- $P_d$  : valeur de calcul du poids propre de l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- $R_{v,d}$  : valeur de calcul de la résultante des efforts verticaux à l'ELU (en kN/ml ou kip/lft). Un symbole en bas de la fenêtre indique si cette résultante est orientée vers le haut ou vers le bas.

La vérification de l'équilibre vertical de l'écran est jugée satisfaisante lorsque la résultante des efforts verticaux est positive, elle est alors par convention dirigée « vers le bas ».

A gauche de la conclusion, une icône grise avec une flèche dirigée vers le bas  indique à l'utilisateur que la résultante des efforts verticaux est positive et dirigée « vers le bas ».

Dans le cas contraire, c'est une icône rouge  avec une flèche dirigée vers le haut qui indique à l'utilisateur que la résultante des efforts verticaux est négative et dirigée « vers le haut ». La phrase de conclusion dans ce cas sera également écrite en rouge.

L'utilisateur devra s'assurer que la portance en pointe d'écran est garantie compte-tenu de la valeur obtenue pour  $R_{v,d}$ .

Pour plus de détails sur cette vérification, veuillez-vous reporter à la partie C du manuel.

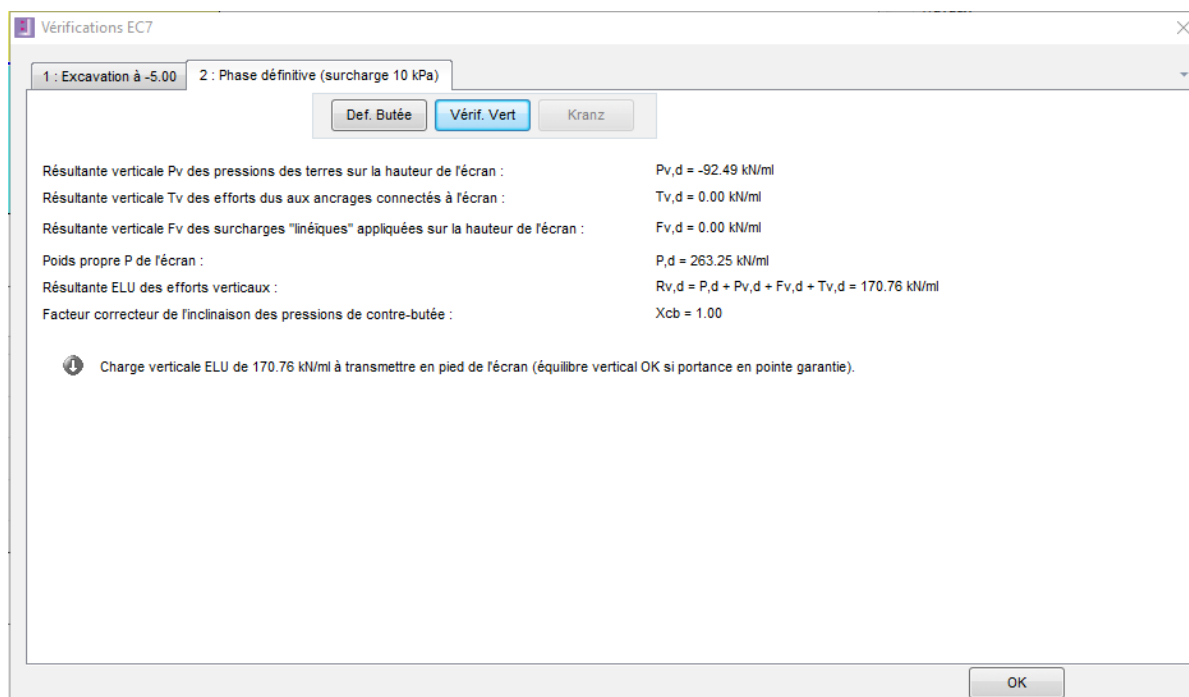


B.6.4.2.2. Cas d'un écran autostable (calcul MEL)


Figure B 158 : Vérification ELU – Bilan de l'équilibre vertical – Ecran autostable (calcul MEL)

Pour les phases où l'écran est considéré comme autostable, la vérification de l'équilibre vertical fait intervenir les grandeurs suivantes :

- **P<sub>v,d</sub>** : valeur de calcul de la résultante verticale des pressions des terres sur la hauteur de l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **T<sub>v,d</sub>** : valeur de calcul de la résultante verticale des efforts dus aux ancrages connectés à l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **F<sub>v,d</sub>** : valeur de calcul de la résultante verticale des surcharges linéiques appliquées sur la hauteur de l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **P<sub>d</sub>** : valeur de calcul du poids propre de l'écran (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **R<sub>v,d</sub>** : valeur de calcul de la résultante des efforts verticaux (en kN/ml ou kip/lft). Un symbole en bas de la fenêtre indique si cette résultante est orientée vers le haut ou vers le bas.
- **X<sub>cb</sub>** : facteur correcteur de l'inclinaison des pressions de contre-butée. Ce facteur, déterminé automatiquement par K-Réa, agit sur l'inclinaison de la butée définie initialement pour corriger l'inclinaison de la contre-butée de manière à obtenir une résultante verticale (R<sub>v,d</sub>) vers le bas :

$$(\delta/\varphi)_{\text{contre-butée}} = X_{cb} \times (\delta/\varphi)_{\text{butée}}$$

La vérification de l'équilibre vertical est jugée satisfaisante lorsque la résultante des efforts verticaux est positive, elle est alors par convention dirigée « vers le bas ». A gauche de la conclusion, une icône grise  avec une flèche dirigée vers le bas indique à l'utilisateur que la résultante des efforts verticaux est positive et dirigée « vers le bas ». Dans le cas contraire, c'est une icône rouge  avec une flèche dirigée vers le haut qui indique à l'utilisateur que la résultante des efforts verticaux est négative et dirigée « vers le haut ». La phrase de conclusion dans ce cas sera également écrite en rouge.

L'utilisateur devra s'assurer que la portance en pointe d'écran est garantie compte-tenu de la valeur obtenue pour R<sub>v,d</sub>. Pour plus de détails sur cette vérification, veuillez-vous reporter à la partie C du manuel.

### B.6.4.3. Vérification de la stabilité du massif d'ancrage (Kranz)

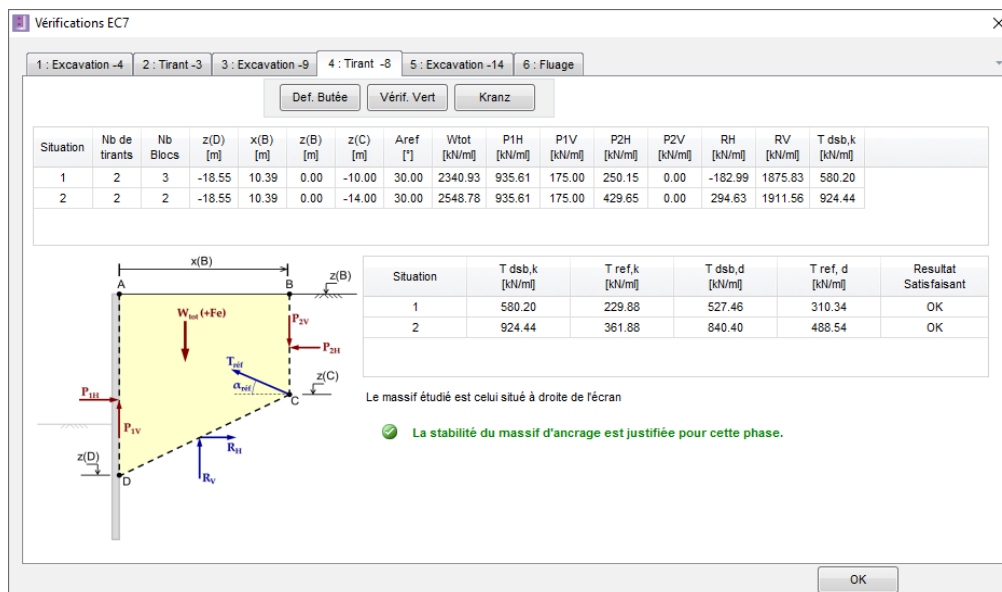


Figure B 159 : Vérifications à l'ELU – Vérification Kranz


La vérification de la stabilité du massif d'ancrage (Kranz) est disponible uniquement pour les phases où au moins un tirant a été défini.

Le premier tableau fournit des résultats intermédiaires du calcul :

- **Situation** : numéro de situation (le nombre de situations correspond au nombre d'ancrages actifs dans la phase considérée) ;
- **Angle de la spirale** : angle au pôle de la spirale (°) ;
- **Nb de tirants** : nombre de tirants pris en compte dans chaque situation ;
- **Nb blocs** : nombre de blocs définis lors de la discrétisation du massif d'ancrage (en fonction du nombre de couches intersectées tout au long de la base du massif d'ancrage) ;
- **z(D)** : cote/profondeur du point d'effort tranchant nul (en m ou ft) ;
- **x(B)** : distance entre la projection verticale du point C et la tête de l'écran (en m ou ft) ;
- **z(B)** : cote/profondeur du sol (en m ou ft) ;
- **z(C)** : cote/profondeur du point effectif d'ancrage du tirant (en m ou ft), correspondant à la longueur utile  $L_u$  définie pour l'ancrage ;
- **A<sub>ref</sub>** : inclinaison de l'ancrage par rapport à l'horizontale (en °) ;
- **W<sub>tot</sub>** : poids total du massif pour la situation considérée (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **P<sub>1H</sub>** : composante horizontale de la réaction de l'écran sur le massif d'ancrage (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **P<sub>1V</sub>** : composante verticale de la réaction de l'écran sur le massif d'ancrage (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **P<sub>2H</sub>** : composante horizontale de l'effort de poussée exercé à l'amont du massif (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **P<sub>2V</sub>** : composante verticale de l'effort de poussée exercé à l'amont du massif (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **R<sub>H</sub>** : composante horizontale de la réaction du sol sous le massif (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **R<sub>V</sub>** : composante verticale de la réaction du sol sous le massif (en kN/ml ou kip/lft) ;
- **T<sub>dsb,k</sub>** : valeur caractéristique de l'effort d'ancrage déstabilisant (en kN/ml ou kip/lft).

Le second tableau fournit les résultats de la vérification :

- $T_{dsb,k}$  : valeur caractéristique de l'effort d'ancrage déstabilisant (en kN/ml ou kip/ft), cette valeur est identique à celle de la dernière colonne du tableau précédent ;
- $T_{ref,k}$  : valeur caractéristique de l'effort d'ancrage de référence résultant du calcul MISS ELU (en kN/ml ou kip/ft) ;
- $T_{dsb,d}$  : valeur de calcul de l'effort d'ancrage déstabilisant (en kN/ml ou kip/ft) ;
- $T_{ref,d}$  : valeur de calcul de l'effort d'ancrage de référence (en kN/ml ou kip/ft).
- « OK » (ou « non OK ») : la dernière colonne indique pour chaque situation si la vérification est satisfaisante, à savoir si  $T_{ref,d}$  est inférieure à  $T_{dsb,d}$ .

Dans la partie basse de la fenêtre, un indicateur précise si la vérification Kranz est satisfaisante pour toutes les situations étudiées (la vérification n'est globalement satisfaisante que si elle est satisfaisante pour chacune des situations de calcul) : si c'est le cas, l'indicateur est un rond vert .

Pour plus de détails sur cette vérification, veuillez-vous reporter à la partie C du manuel.

## B.6.5. Projets double-écran

### B.6.5.1. Résultats principaux

Pour chacun des écrans, les résultats présentés sont les mêmes que dans le cadre d'un projet écran simple sans vérifications à l'ELU.

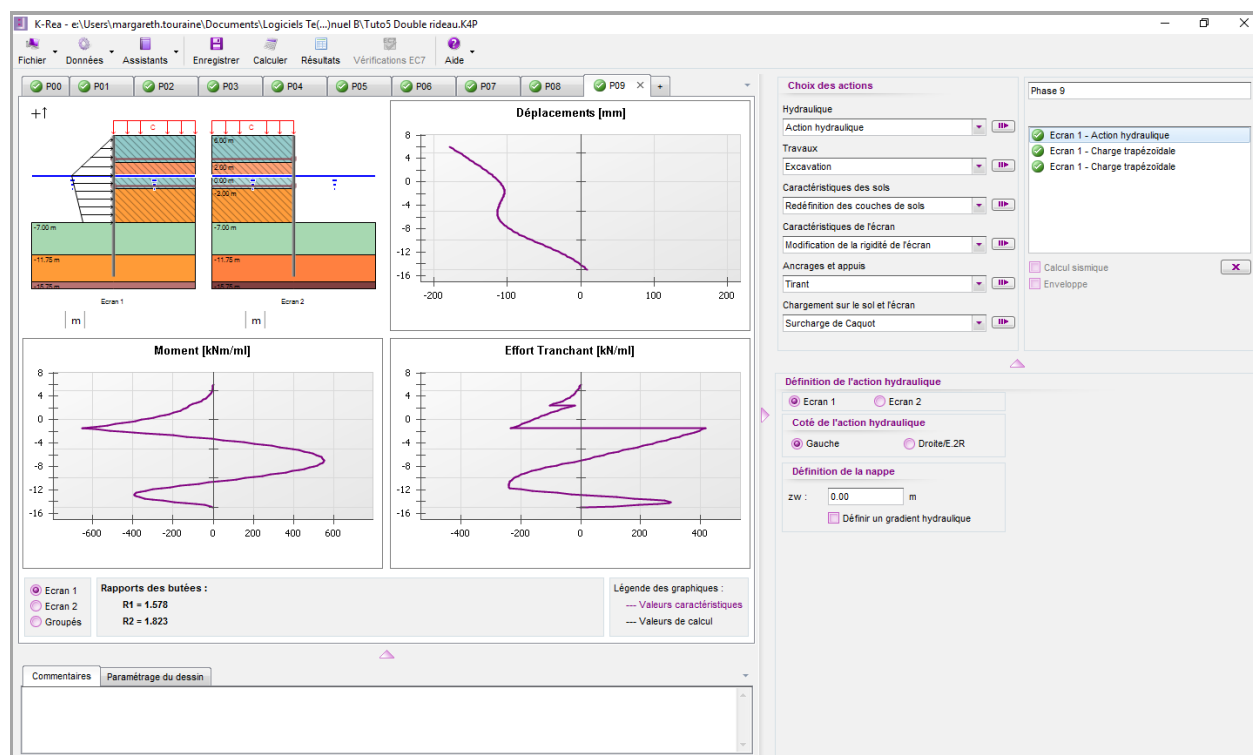


Figure B 160 : Fenêtre principale – Résultats d'un projet double-écran

Il est également possible de choisir l'affichage simultané (superposé) des graphiques de résultats des deux écrans, en cliquant sur le choix « **Grouvés** » (dans la liste de choix sous le graphique des moments). Dans ce cas, les courbes de l'écran actif apparaissent en violet

épais, et celles de l'autre écran en violet fin. Le rapport de butées obtenu est également affiché pour chaque écran (cf. Figure B 161).

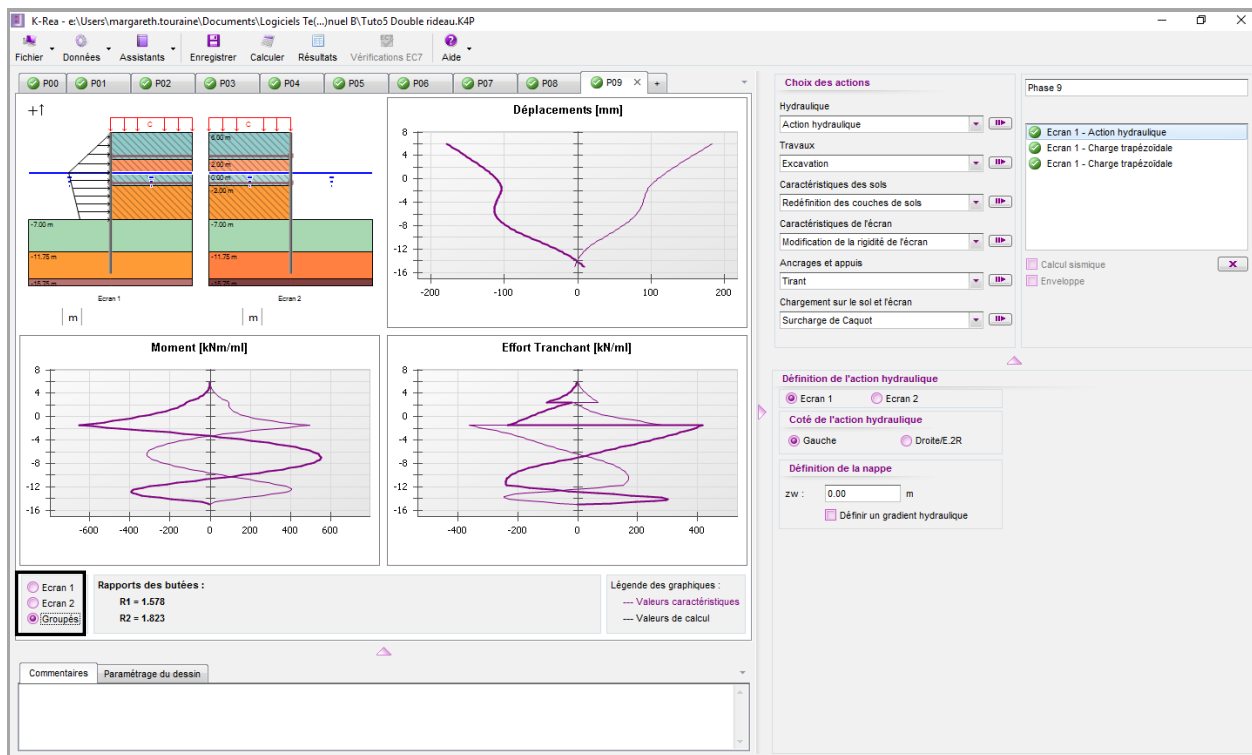


Figure B 161 : Fenêtre principale – Résultats d'un projet double-écran

Comme pour les projets écrans simples, les résultats détaillés sont accessibles via le bouton « Résultats ».

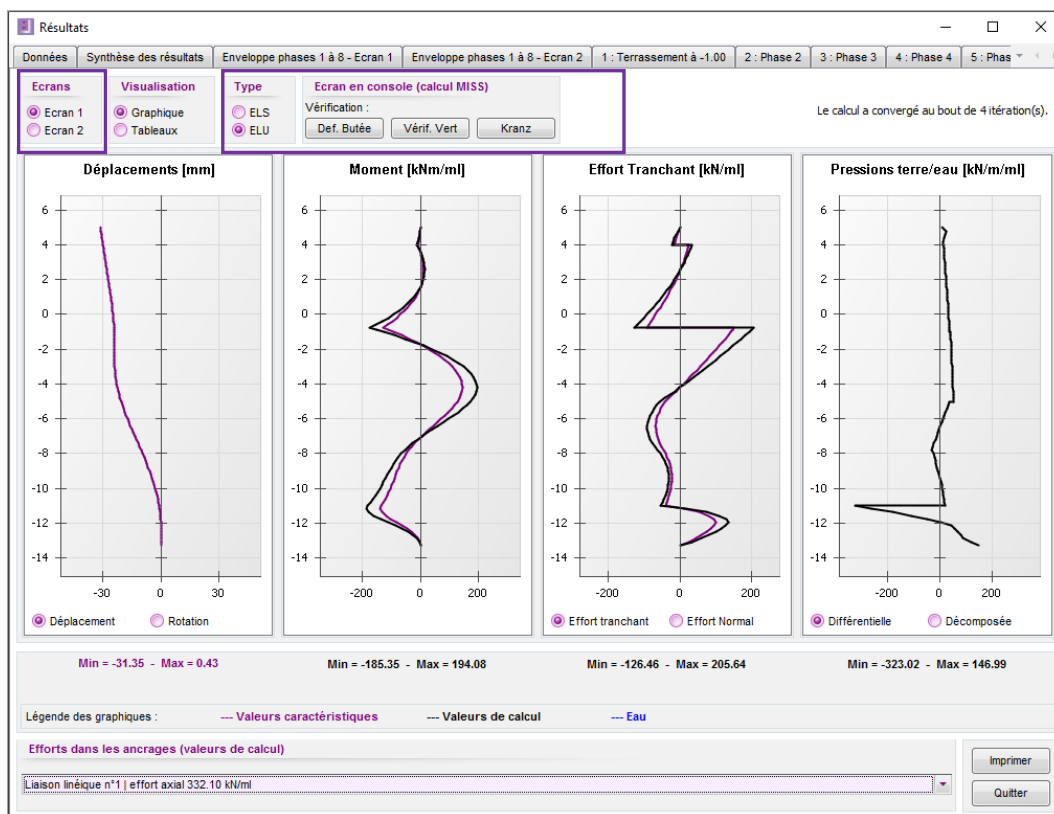


Figure B 162 : Fenêtre des résultats – Cas d'un projet double-écran



Les résultats fournis pour chaque écran sont conformes aux indications du chapitre B.6.2 (résultats d'un calcul écran simple sans vérifications à l'ELU).

Il est possible à tout moment de passer des résultats d'un écran à ceux de l'autre via les boutons de choix prévus dans la fenêtre de résultats (cf. Figure B 162). Cette remarque est valable pour tous les onglets de la fenêtre des résultats (Données, Phases, Synthèse des résultats et Enveloppes).

### B.6.5.2. Vérifications ELU

K-Réa permet d'effectuer les vérifications à l'ELU pour les projets de type double-écran si la case « Vérifications à l'ELU » a été activée dans la fenêtre « Titre et Options ».

Les vérifications du défaut de butée et de l'équilibre vertical de chaque écran s'effectue et se présente de manière analogue à celle d'un écran simple.

La vérification de Kranz élargie son usage en permettant valider la distance entre les écrans tout en vérifiant la stabilité de tout ce qu'il se trouve entre les deux écrans à partir des efforts à l'arrière de chaque écran. Pour plus de détails, veuillez-vous rapporter à la partie C du manuel.

### B.6.6. Export des résultats sous format de fichiers texte

K-Réa permet d'exporter les résultats présentés dans les tableaux et dans les graphiques sous format de fichier texte (.txt). Cette fonctionnalité permet le couplage de K-Réa avec d'autres outils de post-calcul. Les fichiers générés sont exportés dans le répertoire sélectionné par l'utilisateur.

L'ensemble de fichiers texte générés sont récapitulés dans le tableau suivant :

Fichier	Description
01-KR_ELS_Wall	Résultats ELS
02-KR_ELS_Reactions	Résultats ELS : efforts dans les ancrages
03-KR_ELU_MISS_Wall	Résultats ELU – MISS
04-KR_ELU_Reactions	Résultats ELU : efforts dans les ancrages
05-KR_ELU_MEL_F_Wall	Résultats ELU – MEL F
06-KR_ELU_MEL_D_Wall	Résultats ELU – MEL D
07-KR_ELU_MISS_Synthesis.txt	Résultats principaux des vérifications de défaut de butée et de l'équilibre vertical à l'ELU
08-KR-KRANZ-Results.txt	Résultats des vérifications Kranz pour les <u>surfaces planes</u>
09-KR-Phase_And_Combinations.txt	Relation entre les phases de calcul successives calculées par le moteur de calcul, la combinaison à laquelle appartient et l'indice de la phase de calcul sur l'interface

### B.6.6.1. Lecture du fichier 01-KR\_ELS\_Wall

Ce fichier contient les valeurs des déplacements, des efforts et de pressions diverses du sol à tout niveau de l'écran (2 valeurs par élément) issus d'un calcul à l'ELS.

Entête du fichier (1 seule fois au début du fichier) :

**Pour k=1, nEcr :** parcourt les écrans  
• **nLignes(k) :** nombre de lignes du bloc de résultats de chaque écran

Suite du fichier :

**Pour k=1, nEcr :** parcourt les écrans  
**Pour i=1, nEl(k) :** balaye les éléments de chaque écran  
**Pour j=1,2 :** deux nœuds de chaque élément (supérieur et inférieur)

- 1) iPhase : indice de la phase
- 2) k : indice de l'écran
- 3) i : numéro de l'élément
- 4) j : =1 nœud supérieur / =2 nœud inférieur
- 5) Z : niveau du nœud (cote)
- 6) ry : rotation
- 7) wx : déplacement
- 8) M : moment fléchissant
- 9) V : effort tranchant
- 10) EtatG : état à gauche (-2=excav / -1=décoll. / 0=poussée / 1=élast. / 2=butée)
- 11) EtatD : état à droite (-2=excav / -1=décoll. / 0=poussée / 1=élast. / 2=butée)
- 12) pHG : pression horizontale mobilisée à gauche
- 13) pHd : pression horizontale mobilisée à droite
- 14) pwG : pression d'eau hydrostatique à gauche
- 15) pwD : pression d'eau hydrostatique à droite
- 16) sigG : contrainte verticale effective à gauche
- 17) sigD : contrainte verticale effective à droite
- 18) paG : pression de poussée à gauche
- 19) paD : pression de poussée à droite
- 20) pbG : pression de butée à gauche
- 21) pbD : pression de butée à droite
- 22) Nvte : effort de voûte
- 23) poG : pression initiale à gauche
- 24) poD : pression initiale à droite
- 25) pvG : composante verticale de la réaction du sol à gauche
- 26) pvD : composante verticale de la réaction du sol à droite
- 27) N : effort axial
- 28) fiG : angle de frottement à gauche
- 29) fiD : angle de frottement à droite
- 30) coG : cohésion à gauche
- 31) coD : cohésion à droite
- 32) dcG : incrément de cohésion à gauche
- 33) dcD : incrément de cohésion à droite
- 34) kaG : coefficient de poussée horizontal à gauche
- 35) kaD : coefficient de poussée horizontal à droite
- 36) kpG : coefficient de butée horizontal à gauche
- 37) kpD : coefficient de butée horizontal à droite
- 38) kacG : coefficient de poussée sur la cohésion à gauche
- 39) kacD : coefficient de poussée sur la cohésion à droite
- 40) kpcG : coefficient de butée sur la cohésion à gauche

- 41) kpcD : coefficient de butée sur la cohésion à droite  
 42) daG : obliquité de contrainte de poussée à gauche  
 43) daD : obliquité de contrainte de poussée à droite  
 44) dpG : obliquité de contrainte de butée à gauche  
 45) dpD : obliquité de contrainte de butée à droite

### B.6.6.2. Lecture du fichier 02-KR\_ELS\_Reactions

Ce fichier contient les réactions dans les ancrages issus d'un calcul à l'ELS.

**Pour k=1, 7 :** *parcourt les types d'appuis ou ancrages*  
**Pour i=1, nAnc** *balaye le nombre d'ancrages par type*  
**iPhase k i Fanc**

- 1) iPhase : indice de la phase  
 2) k : indice du type d'ancrage  
     – 1 : tirant  
     – 2 : bouton  
     – 3 : lierne  
     – 4 : liaison  
     – 5 : raideur en rotation  
     – 6 : appui surfacique  
     – 7 : dalle  
 3) i : numéro de l'ancrage (s'initialise pour chaque type)  
 4) Fanc : effort axial  
 5) Manc : moment d'encastrement

### B.6.6.3. Lecture du fichier 03-KR\_ELU\_MISS\_Wall

Ce fichier contient les valeurs des déplacements, des efforts et de pressions diverses du sol à tout niveau de l'écran (2 valeurs par élément) issus d'un calcul à l'ELU.

Entête du fichier (1 seule fois au début du fichier) :

**Pour k=1, nEcr :** *parcourt les écrans*  
     • **nLignes(k) :** *nombre de lignes du bloc de résultats de chaque écran*

Suite du fichier :

**Pour k=1, nEcr :** *parcourt les écrans*  
**Pour i=1, nEl(k) :** *balaye les éléments de chaque écran*  
**Pour j=1,2 :** *deux nœuds de chaque élément (sup et inf)*

- 1) iPhase : indice de la phase  
 2) k : indice de l'écran  
 3) i : numéro de l'élément  
 4) j : =1 nœud supérieur / =2 nœud inférieur  
 5) Z : niveau du nœud (cote)  
 6) Md : valeur de calc. du moment fléchissant  
 7) Vd : valeur de calc. de l'effort tranchant  
 8) ph,k(G/D) : valeur carac. de la pression horizontale mobilisée (2 colonnes)  
 9) u,k(G/D) : valeur carac. de la pression d'eau (2 colonnes)  
 10) pa,k(G/D) : valeur carac. de la pression effective en poussée (2 colonnes)  
 11) pb,k(G/D) : valeur carac. de la pression effective en butée (2 colonnes)

12)pd_eff :	valeur de calc. de la pression différentielle effective
13) $\sigma'_v(G/D)$ :	valeur carac. de la contrainte verticale effective (2 colonnes)
14)Nvte :	valeur de calc. de l'effort de voûte
15)pvG :	pression verticale côté gauche
16)pvD :	pression verticale côté droit
17)Nd :	valeur de calc. de l'effort axial
18)fiG :	angle de frottement à gauche
19)fiD :	angle de frottement à droite
20)coG :	cohésion à gauche
21)coD :	cohésion à droite
22)dcG :	incrément de cohésion à gauche
23)dcD :	incrément de cohésion à droite
24)kaG :	coefficient de poussée horizontal à gauche
25)kaD :	coefficient de poussée horizontal à droite
26)kpG :	coefficient de butée horizontal à gauche
27)kpD :	coefficient de butée horizontal à droite
28)kacG :	coefficient de poussée sur la cohésion à gauche
29)kacD :	coefficient de poussée sur la cohésion à droite
30)kpcG :	coefficient de butée sur la cohésion à gauche
31)kpcD :	coefficient de butée sur la cohésion à droite
32)daG :	obliquité de contrainte de poussée à gauche
33)daD :	obliquité de contrainte de poussée à droite
34)dpG :	obliquité de contrainte de butée à gauche
35)dpD :	obliquité de contrainte de butée à droite

**Attention : pvG et pvD sont des valeurs caractéristiques (si approche 2)**

#### B.6.6.4. Lecture du fichier 04-KR\_ELU\_Reactions

Ce fichier contient les réactions des appuis linéiques (tirants / boutons / liernes / liaison / raideur en rotation) issus d'un calcul à l'ELU.

**Pour k=1, 7 :** parcourt les types d'appuis ou ancrages

**Pour i=1, nAnc** balaye le nombre d'ancrages par type  
**iPhase k i Fanc,d**

- 1) iPhase : indice de la phase
- 2) k : indice du type d'ancrage
  - 1 : tirant
  - 2 : bouton
  - 3 : lierne
  - 4 : liaison
  - 5 : raideur en rotation
  - 6 : appui surfacique
  - 7 : dalle
- 3) i : numéro de l'ancrage (s'initialise pour chaque type)
- 4) Fanc : effort axial (valeur de calcul)
- 5) Manc : moment d'encastrement (valeur de calcul)

### B.6.6.5. Lecture du fichier 05-KR\_ELU\_MEL\_F\_Wall

Ce fichier contient les valeurs des efforts et de pressions verticales et horizontales du sol à tout niveau de l'écran (2 valeurs par élément) issus d'un calcul à l'ELU de type MEL F.

Entête du fichier (1 seule fois au début du fichier) :

Pour  $k=1$ ,  $nEcr$  : parcourt les écrans

- $nLignes(k)$  : nombre de lignes du bloc de résultats de chaque écran

Pour  $k=1$ ,  $nEcr$  : parcourt les écrans

Pour  $i=1$ ,  $nEl(k)+4$  : balaye les éléments de chaque écran

Pour  $j=1,2$  : deux nœuds de chaque élément (supérieur et inférieur)

iPhase	k	i	j	Z	Md	Vd	ph,k(G/D)	u,k(G/D)	pa,k(G/D)
pb,k(G/D)			pd_eff	$\sigma'v(G/D)$	Nvte		pvG	pvD	Nd
fiG	fiD	coG	coD	dcG	dcD		kaG	kaD	kpG
kacG	kacD	kpcG	kpcD	daG	daD		dpG	dpD	

Attention : pvG, pvD et Nd sont des valeurs de calcul

### B.6.6.6. Lecture du fichier 06-KR\_ELU\_MEL\_D\_Wall

Ce fichier contient les valeurs des efforts et de pressions verticales et horizontales du sol à tout niveau de l'écran (2 valeurs par élément) issus d'un calcul à l'ELU de type MEL D.

Entête du fichier (1 seule fois au début du fichier) :

Pour  $k=1$ ,  $nEcr$  : parcourt les écrans

- $nLignes(k)$  : nombre de lignes du bloc de résultats de chaque écran

Pour  $k=1$ ,  $nEcr$  : parcourt les écrans

Pour  $i=1$ ,  $nEl(k)+4$  : balaye les éléments de chaque écran

Pour  $j=1,2$  : deux nœuds de chaque élément (supérieur et inférieur)

iPhase	k	i	j	Z	Md	Vd	ph,k(G/D)	u,k(G/D)	pa,k(G/D)
pb,k(G/D)			pd_eff	$\sigma'v(G/D)$	Nvte		pvG	pvD	Nd
fiG	fiD	coG	coD	dcG	dcD		kaG	kaD	kpG
kacG	kacD	kpcG	kpcD	daG	daD		dpG	dpD	

Attention : pvG, pvD et Nd sont des valeurs de calcul

### B.6.6.7. Lecture du fichier 07-KR\_ELU\_MISS\_Synthesis.txt

Ce fichier contient les résultats principaux des vérifications de défaut de butée et de l'équilibre vertical à l'ELU.

Pour chaque phase, le bloc suivant se répète autant de fois que d'écrans :

iPhase	iEcr	BM_G,d	BM_D,d	BL_G,d	BL_D,d	Rapp_G	Rapp_D
iPhase	iEcr	Pvd	Fvd_Anc	Fvd_Ecr	Fvd_pds	Rvd	

Désignation des paramètres :

- iPhase : indice de la phase
- iEcr : indice de l'écran
- BM\_G : butée mobilisée à gauche
- BM\_D : butée mobilisée à droite
- BL\_G : butée limite à gauche
- BL\_D : butée limite à droite
- Rapp\_G : rapport de butée à gauche
- Rapp\_D : rapport de butée à droite
- Pvd : résultante des composantes verticales des pressions de sol
- Fvd\_Anc : résultante des composantes verticales des réactions d'ancrages
- Fvd\_Ecr : résultante des composantes vert. des charges appliquées sur l'écran
- Fvd\_pds : poids de l'écran
- Rvd : bilan vertical

### B.6.6.8. Lecture du fichier 08-KR-KRANZ-Results.txt (okz01)

Ce fichier contient les résultats des vérifications Kranz pour les surfaces planes.

Pour  $k = 1$ , nEcr (*parcours les écrans*)

**iPhase k iCote nSit**

Pour  $i = 1$ , nSit(k) → *nombre de situations du côté retenu*

<b>iPhase</b>	<b>k</b>	<b>iCote</b>	<b>i</b>	<b>Nta</b>	<b>Nb</b>	<b>teta</b>	<b>Zd</b>	<b>Xb</b>	<b>Zb</b>
<b>Zc</b>	<b>aref</b>	<b>Wtot</b>	<b>P1H</b>	<b>P1V</b>	<b>P2H</b>	<b>P2V</b>	<b>RH</b>	<b>RV</b>	
<b>Tdsb,k</b>	<b>Tref,k</b>	<b>Tdsb,d</b>	<b>Tref,d</b>						

- iPhase : indice de la phase
- k : indice de l'écran
- iCote : indice du côté retenu pour l'écran k (1 : côté gauche / 2 : côté droit)
- nSit : nombre de situations
- i : numéro de la situation
- Nta : nombre des tirants pris en compte
- Nb : nombre de subdivisions en sous blocs
- teta : angle de la spirale
- Zd : niveau du point d'effort tranchant nul
- Xb : abscisse du point « B »
- Zb : niveau du point « B »
- Zc : niveau du point d'ancrage « équivalent » pour le massif examiné
- aref : inclinaison de l'effort d'ancrage de référence
- Wtot : poids total du massif tenant compte des surcharges
- P1H : composante horizontale de la poussée aval

- P1V : composante verticale de la poussée aval
- P2H : composante horizontale de la poussée amont
- P2V : composante verticale de la poussée amont
- RH : composante horizontale de la réaction sous le massif
- RV : composante verticale de la réaction sous le massif
- Tdsb,k : effort d'ancrage déstabilisant (valeur caractéristique)
- Tref,k : effort d'ancrage de référence (valeur caractéristique)
- Tdsb,d : effort d'ancrage déstabilisant (valeur de calcul)
- Tref,d : effort d'ancrage de référence (valeur de calcul)

#### **B.6.6.9. Lecture du fichier 09-KR-Phase\_And\_Combinations.txt**


Ce fichier contient la relation entre les phases de calcul successives calculées par le moteur de calcul, la combinaison à laquelle appartient et l'indice de la phase de calcul sur l'interface.

Pour chaque phase calculée par le moteur, une ligne apparaît dans ce fichier :

##### **iPhaseMoteur      iCombinaison      iPhaseUtilisateur**

- iPhaseMoteur :            indice de la phase de calcul généré par le moteur
- iCombinaison :            indice de la combinaison de calcul à laquelle appartient la phase
- iPhaseUtilisateur :      indice de la phase de calcul au sein du phasage de calcul défini par l'utilisateur sur l'interface

## B.7. Impressions

Il est accessible par les boutons de raccourcis présents sur les différentes fenêtres ou par le **Menu Fichier**, puis  **Imprimer**.

Imprimer

### B.7.1. Projets de type écran simple sans vérifications à l'ELU

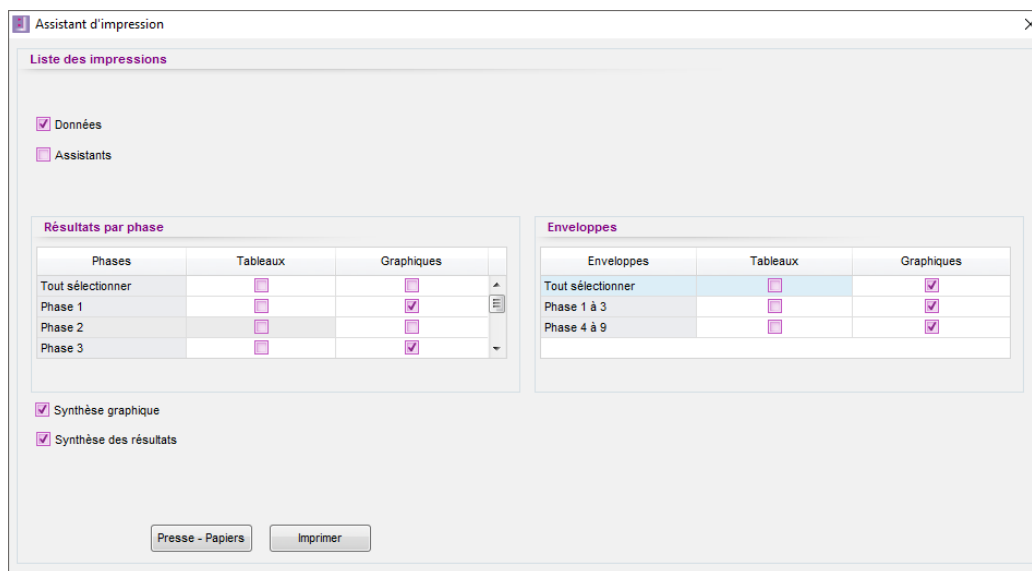


Figure B 163 : Assistant d'impression pour un projet écran Simple sans vérifications ELU

La boîte de dialogue d'impression permet de sélectionner par simple clic les éléments à imprimer :

- **Données** : imprime le premier onglet de la fenêtre des résultats contenant le rappel des caractéristiques de sol, de l'écran et les options sélectionnées.
- **Assistants** : imprime les données d'entrée des assistants ainsi que les résultats obtenus.
- **Synthèse graphique** : imprime la synthèse du phasage du projet. Cette synthèse inclut la coupe du projet pour chaque phase ainsi que les paramètres des différentes actions définies.
- **Résultats par phase** : permet d'imprimer les résultats de toutes les phases du calcul (**Tout sélectionner**) ou seulement de celles sélectionnées. Il est possible d'imprimer les tableaux de résultats (colonne de gauche) et/ou les graphiques (colonne de droite).
- **Enveloppes** : imprime sous forme de tableaux et/ou de graphiques les enveloppes calculées.
- **Synthèse des résultats** : imprime le tableau de synthèse des résultats obtenus.

Ces « impressions » peuvent être :

- Soit copiées dans le presse-papiers afin de les insérer ensuite dans un autre document ;
- Soit envoyées vers une imprimante.



Le choix se fait en cliquant sur le bouton voulu en bas de la fenêtre de l'assistant d'impression, une fois que la sélection des éléments à imprimer est terminée.

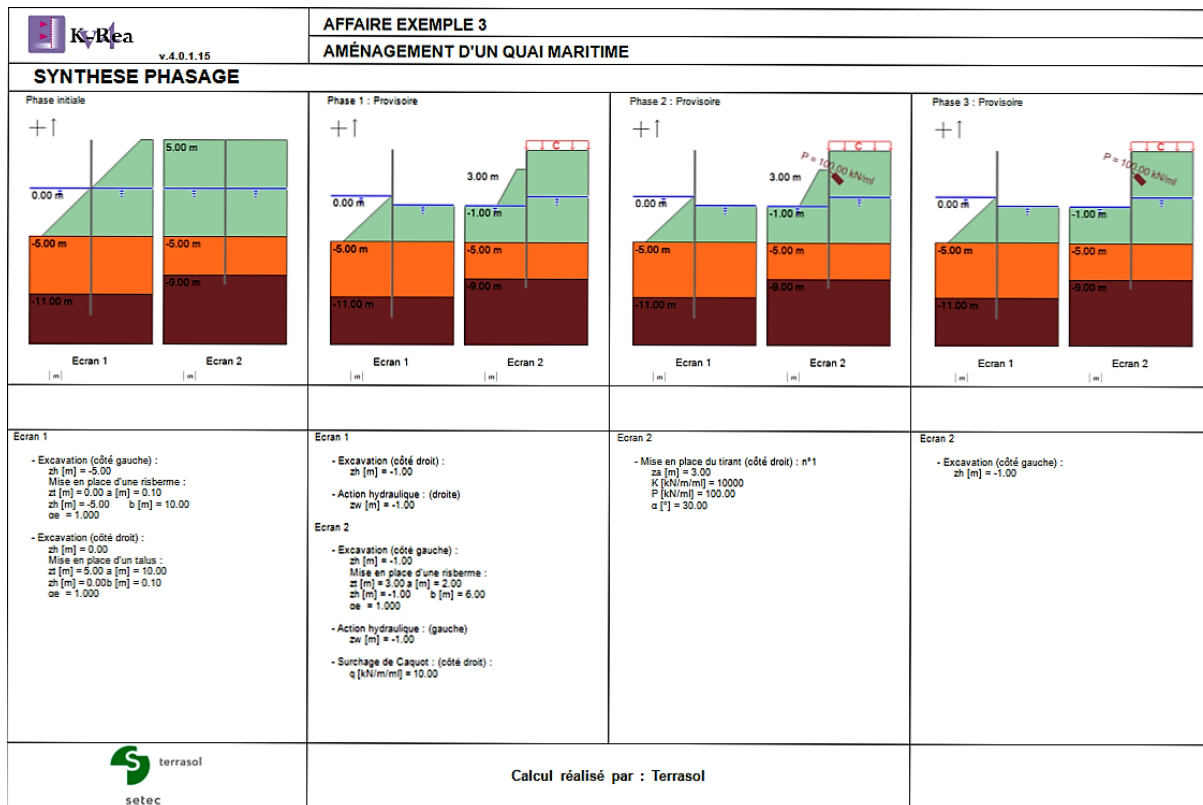


Figure B 164 : Exemple d'impression de la synthèse graphique du phasage

### B.7.2. Projets de type écran simple avec vérifications à l'ELU

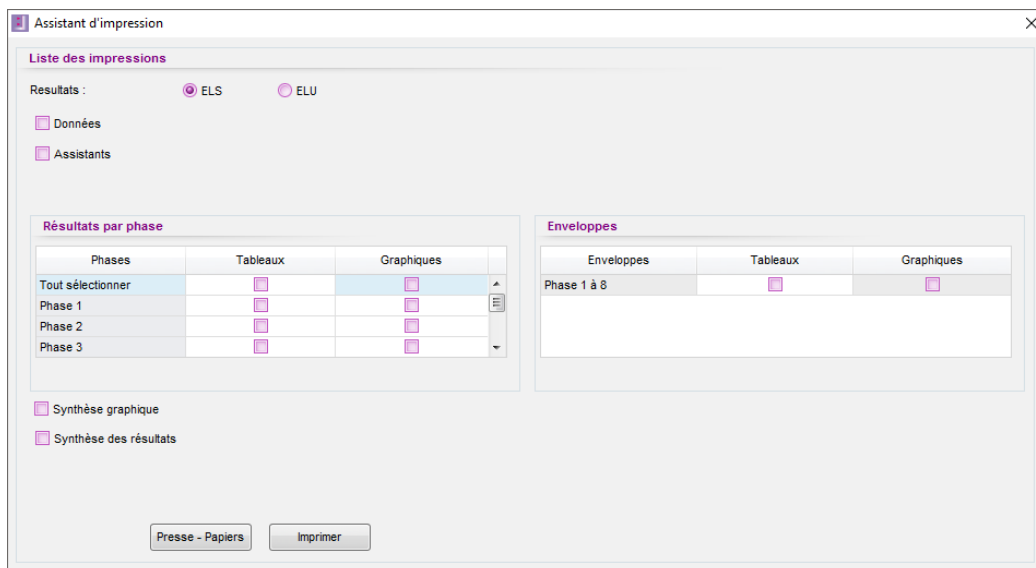
Lors de l'impression des résultats du calcul d'un projet d'écran simple avec vérifications à l'ELU, il faut choisir le type de résultats à imprimer :

- **Les résultats à l'ELS** : il s'agit des résultats issus du calcul MISS « standard » effectué sans pondération.
- **Les résultats à l'ELU** : il s'agit des résultats issus du calcul avec pondérations (MEL ou MISS selon les phases) effectué dans le cadre des vérifications à l'ELU.

Le choix entre ces deux types de résultats se fait grâce au choix présent en haut de la fenêtre de l'assistant d'impression.

## Résultats à l'ELS

Si l'option « ELS » est sélectionnée dans l'assistant d'impression (cf. figure suivante), les options d'impression disponibles sont les mêmes que pour un calcul écran simple sans vérifications à l'ELU (cf. chapitre B.7.1).



The screenshot shows the 'Assistant d'impression' window. Under 'Liste des impressions', 'Résultats' is selected with 'ELS' (radio button). Below, 'Données' and 'Assistants' are checked. The 'Résultats par phase' table shows 'Tout sélectionner' selected for all phases. The 'Enveloppes' table shows 'Phase 1 à 8' selected. At the bottom, 'Synthèse graphique' and 'Synthèse des résultats' are checked, and 'Presse - Papiers' and 'Imprimer' buttons are visible.

Phases	Tableaux	Graphiques
Tout sélectionner	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Phase 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Phase 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Phase 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

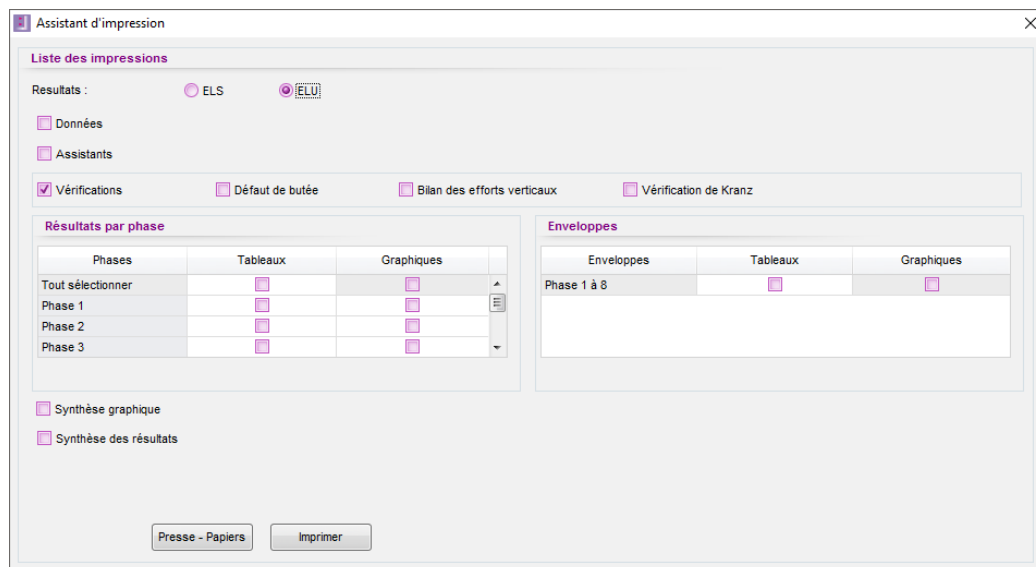
Enveloppes	Tableaux	Graphiques
Phase 1 à 8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure B 165 : Assistant d'impression pour un projet écran simple avec vérifications à l'ELU, avec sélection des résultats à l'ELS pour l'impression

**Remarque :** s'agissant des résultats ELS, seules les valeurs caractéristiques (indice k) des résultats du calcul non pondéré seront imprimées.

## Résultats à l'ELU

Si l'option « ELU » est sélectionnée dans l'assistant d'impression (cf. figure ci-dessous), les options d'impression disponibles correspondent aux résultats disponibles pour un calcul avec vérifications à l'ELU.



The screenshot shows the 'Assistant d'impression' window. Under 'Liste des impressions', 'Résultats' is selected with 'ELU' (radio button). Below, 'Données' and 'Assistants' are checked. Under 'Vérifications', 'Vérifications' is checked, and 'Défaut de butée', 'Bilan des efforts verticaux', and 'Vérification de Kranz' are unchecked. The 'Résultats par phase' table shows 'Tout sélectionner' selected for all phases. The 'Enveloppes' table shows 'Phase 1 à 8' selected. At the bottom, 'Synthèse graphique' and 'Synthèse des résultats' are checked, and 'Presse - Papiers' and 'Imprimer' buttons are visible.

Phases	Tableaux	Graphiques
Tout sélectionner	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Phase 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Phase 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Phase 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Enveloppes	Tableaux	Graphiques
Phase 1 à 8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure B 166 : Assistant d'impression pour un projet écran simple avec vérifications à l'ELU, avec sélection des résultats à l'ELU pour l'impression

Les options d'impression sont les suivantes :

- **Données** : imprime le premier onglet de la fenêtre des résultats contenant le rappel des caractéristiques de sol, de l'écran et les options sélectionnées (idem précédemment).
- **Assistants** : imprime les données d'entrée des assistants ainsi que les résultats obtenus.
- **Synthèse graphique** : imprime la synthèse des phases (idem précédemment).
- **Résultats par phase** : permet d'imprimer les résultats de toutes les phases du calcul (**Tout sélectionner**) ou seulement de celles sélectionnées. Il est possible d'imprimer les tableaux de résultats (colonne de gauche) et/ou les graphiques (colonne de droite).
- **Vérifications** : imprime les résultats des vérifications à l'ELU effectuées pour chacune des phases (vérification du défaut de butée, vérification de l'équilibre vertical et vérification de la stabilité du massif d'ancrage dans le cas d'un projet incluant un ou plusieurs tirants).
- **Vérification Kranz détaillée** : imprime le détail des calculs effectués dans le cadre de la vérification de Kranz (en complément des résultats synthétiques Kranz déjà imprimés si la case **Vérifications** ci-dessus est cochée).
- **Synthèse des résultats** : imprime la synthèse des résultats obtenus pour les déplacements, moments fléchissants, efforts tranchants et efforts dans les ancrages.

**Remarque** : s'agissant des résultats à l'ELU, les valeurs caractéristiques (indice k) et de calcul (indice d) des résultats seront imprimées pour les phases où l'écran est ancré (calcul MISS). Pour les phases où l'écran est supposé autostable (calcul MEL), seules les valeurs de calcul (indice d) des résultats seront imprimées (cf. Partie C du manuel).

### B.7.3. Projets de type Double Écran

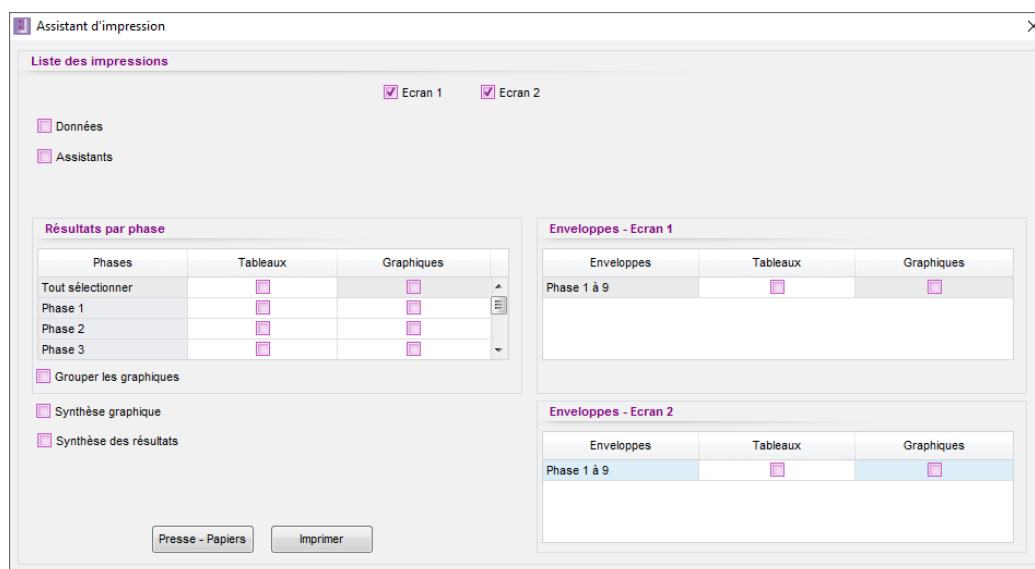


Figure B 167 : Assistant d'impression pour un projet Double Écran

Les options d'impression disponibles pour les projets double-écran sont globalement les mêmes que pour les écrans simples sans vérifications à l'ELU, mais elles sont dédoublées pour permettre à l'utilisateur de choisir s'il souhaite imprimer les résultats pour l'écran 1 et/ou pour l'écran 2. Par défaut, l'assistant propose d'imprimer les résultats pour les 2 écrans.

D'autre part, pour les résultats par phases et les enveloppes sous forme graphique, il est possible de superposer les résultats des 2 écrans sur les mêmes graphiques, en cochant la case « **Grouper les graphiques** ».

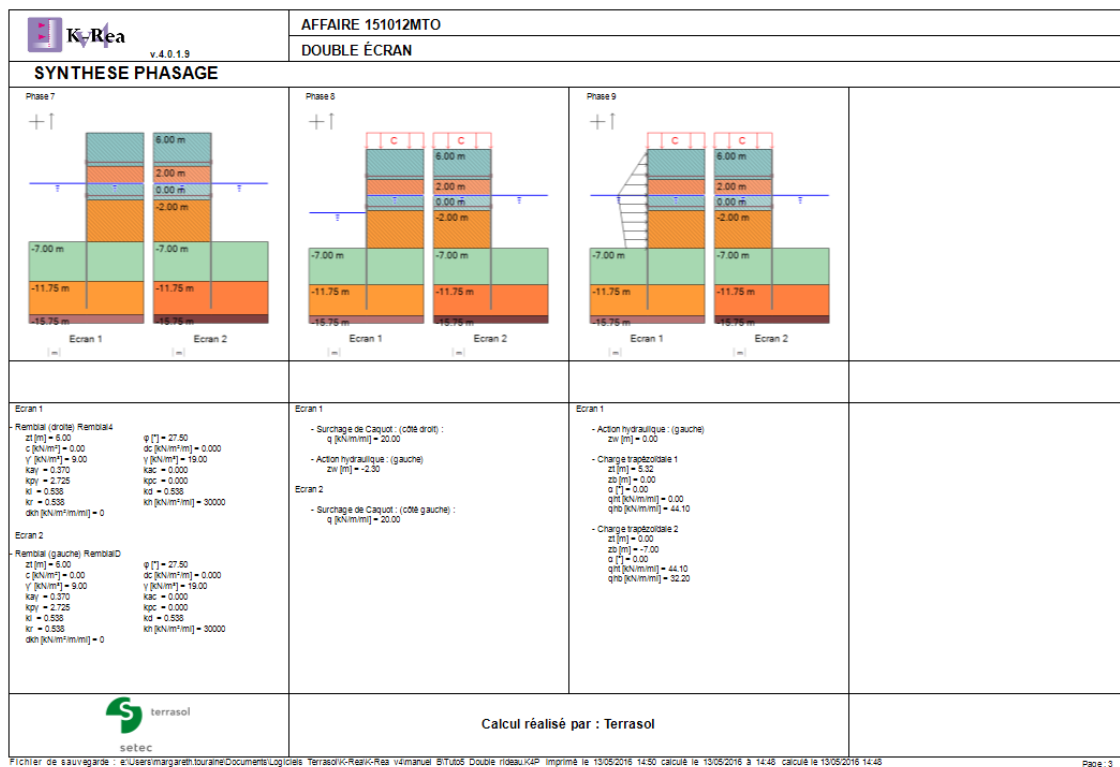


Figure B 168 : Extrait d'une impression de synthèse graphique du phasage pour un projet double-écran