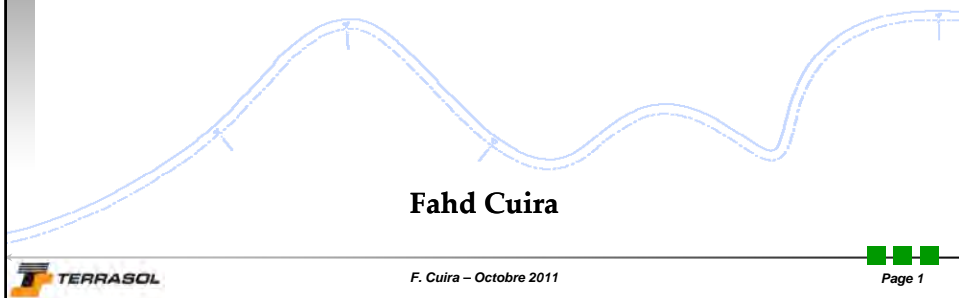


Logiciel FOXTA v3 : fonctionnalités et évolutions



Foxta v3 : logiciel destiné au calcul des fondations

Fondations superficielles	Fondations profondes	Fondations mixtes & inclusions rigides
<ul style="list-style-type: none"> • Semelles • Remblais • Radiers • Dallages 	<ul style="list-style-type: none"> • Pieux, barrettes • Inclusions, micropieux • Profilés • Groupe de pieux 	<ul style="list-style-type: none"> • Fondation mixte (souple ou rigide) • Radier ou dallage sur inclusions rigides • Remblai sur inclusions
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Portance ⇒ Tassements ⇒ Contraintes (sol) ⇒ Sollicitations (T, M) ⇒ Interaction entre éléments 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Portance ⇒ Déplacements ⇒ Contraintes à l'interface ⇒ Sollicitations (N, T, M) ⇒ Distribution des efforts entre éléments 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Déplacements ⇒ Contraintes à l'interface ⇒ Sollicitations (N, T, M) ⇒ Distribution des efforts entre éléments

FOXTA v3 Tour d'horizon de Foxta v3

Interface

TERRASOL F. Cuira - Octobre 2011 Page 3

FOXTA v3 Tour d'horizon de Foxta v3

Principe général

```

graph LR
    subgraph INPUT [INPUT (Données)]
        direction TB
        P[Paramètres de calcul]
        A[Aperçu graphique]
        AS1[Assistants]
        AS1 --> P
        AS1 --> A
    end
    M[Moteur(s) de calcul]
    subgraph OUTPUT [OUTPUT (Résultats)]
        direction TB
        RN[Résultats numériques]
        RG[Résultats graphiques]
        AS2[Assistants]
        RN --> AS2
        RG --> AS2
    end
    INPUT --> M
    M --> OUTPUT
    OUTPUT -.-> INPUT
  
```

⇒ Interface totalement renouvelée par rapport à la version précédente (v2)

TERRASOL F. Cuira - Octobre 2011 Page 4

Aperçu de l'Interface (INPUT)

Zone graphique (dynamique)

Zone de saisie de données

Charges linéiques

Charge n°	z	Q	l	Q	Facteur Y
1	2	20	16	100,00	0,90000
2	2	20	2	100,00	0,90000

Assistants

Onglets = étapes de modélisation

Boutons de contrôle

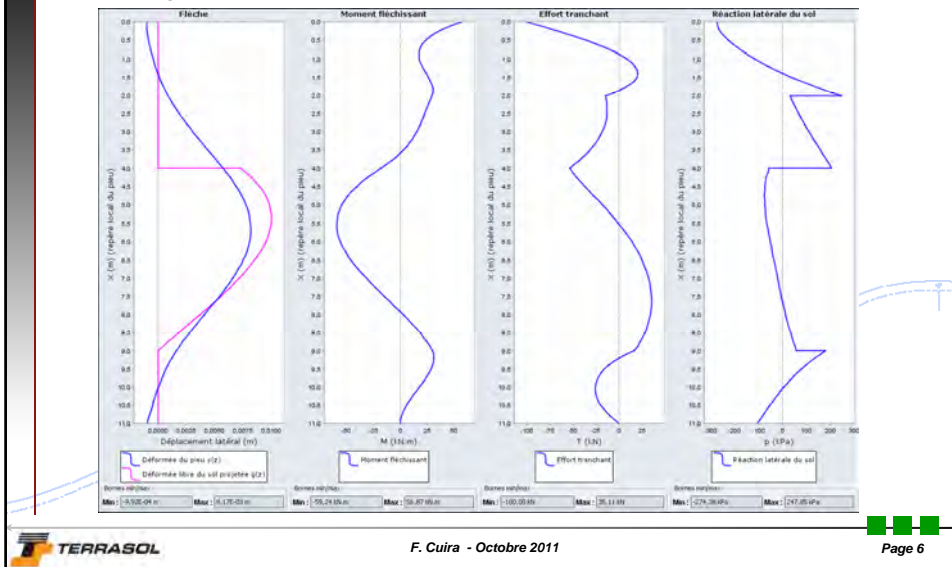
TERRASOL

F. Cuiira - Octobre 2011

Page 5

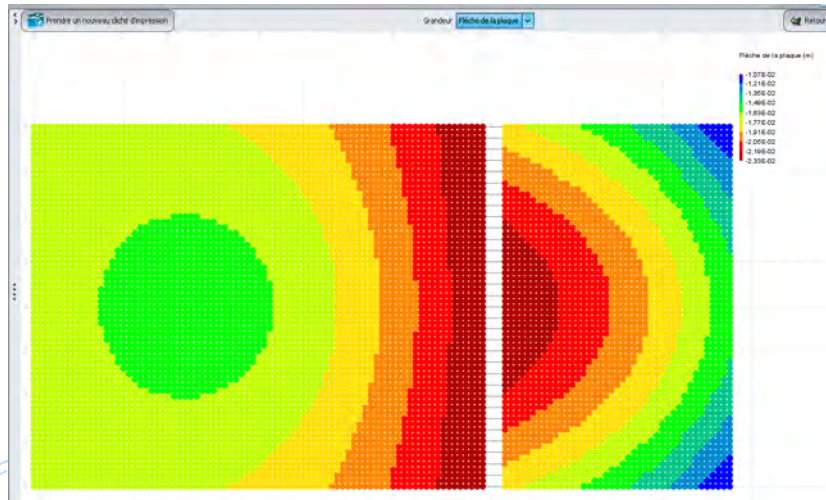
Aperçu de l'Interface (OUTPUT)

Résultats graphiques (courbes de résultats)



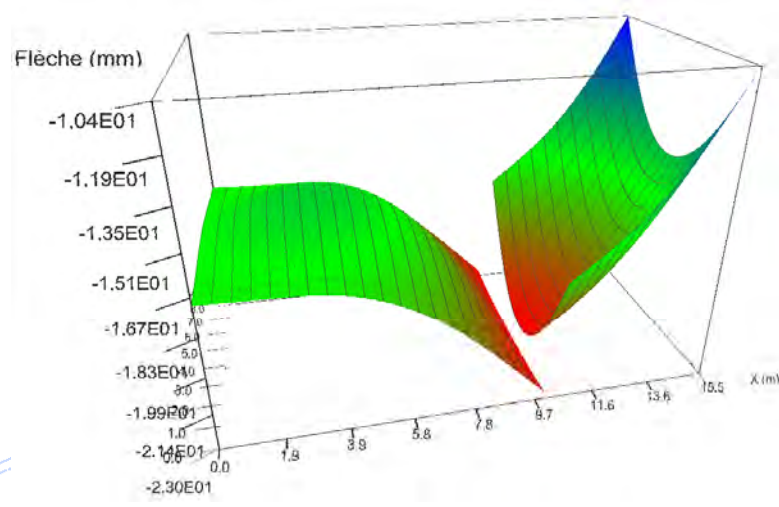
Aperçu de l'Interface (OUTPUT)

Résultats graphiques (« nuage de points »)



Aperçu de l'Interface (OUTPUT)

Résultats graphiques (Vue 3D)



FOXTA v3 Tour d'horizon de Foxta v3

Aperçu de l'Interface (OUTPUT)

Résultats numériques (récapitulatif formaté ou tableau de résultats)

Programme Taspiex v2.2.5 (C) TERRASOL 2011
 File : C:\Documents and Settings\Fcu.TERRASOL2006\Bureau\PROJET 02\Projet 02(TP)-1.b11
 Calcul réalisé le : 18/10/2011 à 15h51 par : Terrasol

Caractéristiques géométriques
 Inclinaison du pieu (°) : 0.00

Couche	cote	Longueur	éléments	diamètre (section)	diamètre (perimètre)	Section	Perimètre
1	0.00	0.50	10	0.400	0.400	0.126	1.257
2	-1.00	1.00	10	0.400	0.400	0.126	1.257
3	-6.00	5.00	90	0.400	0.400	0.126	1.257
4	-8.00	2.00	10	0.400	0.400	0.126	1.257
5	-9.00	1.00	10	0.400	0.400	0.126	1.257
A							
9.58							

Mise en place sans renforcement

Element	Coord	Prof.m	sigmaPie	Qsol	sigmaSol	Prof.lim	Qsol
0.0000	179.7	0.50	1430	132.80	21.69	50	0.00
0.0000	180.7	-0.50	1430	138.10	22.54	50	0.00
0.0000	181.6	-1.50	1430	138.10	22.54	50	0.00
0.0000	182.6	-2.50	1453	142.40	23.25	50	0.00
0.0000	183.6	-3.50	1453	142.40	23.25	50	0.00
0.0000	184.5	-4.50	1471	146.40	23.90	50	0.00
0.0000	185.5	-5.50	1471	146.40	23.90	50	0.00
0.0000	187.5	-6.50	1492	150.00	24.49	50	0.00
0.0000	188.5	-7.50	1492	150.00	24.49	50	0.00
0.0000	190.5	-8.50	1516	153.20	25.02	50	0.00
0.0000	191.5	-9.50	1516	153.20	25.02	50	0.00
0.0000	193.8	-10.50	1542	156.20	25.51	50	0.00
0.0000	194.8	-11.50	1542	156.20	25.51	50	0.00
0.0000	197.1	-12.50	1568	159.20	25.99	50	0.00
0.0000	197.1	-13.50	1568	159.20	25.99	50	0.00
0.0000	200.3	-14.50	1594	162.20	26.48	50	0.00
0.0000	200.3	-15.50	1594	162.20	26.48	50	0.00
0.0000	203.6	-16.50	1620	165.20	26.97	50	0.00
0.0000	203.6	-17.50	1620	165.20	26.97	50	0.00
0.0000	206.9	-18.50	1646	168.10	27.45	50	0.00
0.0000	206.9	-19.50	1646	168.10	27.45	25	0.00
0.0000	210.0	-20.50	1671	165.00	28.74	25	0.00
0.0000	210.0	-21.50	1671	165.00	28.74	25	0.00

F. Cuira - Octobre 2011

Page 9

FOXTA v3 Tour d'horizon de Foxta v3

Aperçu de l'Interface (OUTPUT)

Résultats numériques (exportation sous format Excel)

1 Date d'exportation : 18 oct. 2011 16:03:47
 2 Chemin du projet : C:\Documents and Settings\Fcu.TERRASOL2006\Bureau\Projet 02 hxp
 3 Titre du projet : Exemple démo détail
 4 Numéro d'affaire du projet : DEVE
 5 Module courant : Taspiex
 6 Pieu courant : 1

X	Tass.	Tass.imp.	Qpieu	Frott.mob.	sigmaPieu	Qsol	sigmaSol	Frott.lim.	Lcol.sol.	Tassement calculé du pieu (m)	sigMax
9	0.00	0.0195	0.0195	179.7	0.13	1430	132.80	21.69	50	0.00	50.00
10	0.05	0.0181	0.0195	180.7	-26.85	1438	138.10	22.54	50	0.00	51.00
11	0.05	0.0181	0.0195	180.7	-26.85	1438	138.10	22.54	50	0.00	51.00
12	0.10	0.0167	0.0195	182.6	-31.31	1453	142.40	23.25	50	0.00	52.00
13	0.10	0.0167	0.0195	182.6	-31.31	1453	142.40	23.25	50	0.00	52.00
14	0.15	0.0152	0.0195	184.9	-37.06	1471	146.40	23.90	50	0.00	53.00
15	0.15	0.0152	0.0195	184.9	-37.06	1471	146.40	23.90	50	0.00	53.00
16	0.20	0.0137	0.0194	187.5	-42.89	1492	150.00	24.49	50	0.00	54.00
17	0.20	0.0137	0.0194	187.5	-42.89	1492	150.00	24.49	50	0.00	54.00
18	0.25	0.0122	0.0194	190.5	-49.40	1516	153.20	25.02	50	0.00	55.00
19	0.25	0.0122	0.0194	190.5	-49.40	1516	153.20	25.02	50	0.00	55.00
20	0.30	0.0107	0.0194	193.8	-50.00	1542	156.20	25.51	50	0.00	56.00
21	0.30	0.0107	0.0194	193.8	-50.00	1542	156.20	25.51	50	0.00	56.00
22	0.35	0.0091	0.0194	197.1	-50.00	1568	159.20	25.99	50	0.00	57.00
23	0.35	0.0091	0.0194	197.1	-50.00	1568	159.20	25.99	50	0.00	57.00
24	0.40	0.0076	0.0193	200.3	-50.00	1594	162.20	26.48	50	0.00	58.00
25	0.40	0.0076	0.0193	200.3	-50.00	1594	162.20	26.48	50	0.00	58.00
26	0.45	0.0059	0.0193	203.6	-50.00	1620	165.20	26.97	50	0.00	59.00
27	0.45	0.0059	0.0193	203.6	-50.00	1620	165.20	26.97	50	0.00	59.00
28	0.50	0.0043	0.0193	206.9	-50.00	1646	168.10	27.45	50	0.00	60.00
29	0.50	0.0043	0.0193	206.9	-50.00	1646	168.10	27.45	25	0.00	60.00
30	0.60	0.0043	0.0187	210.0	-25.00	1671	165.00	28.74	25	0.00	61.80

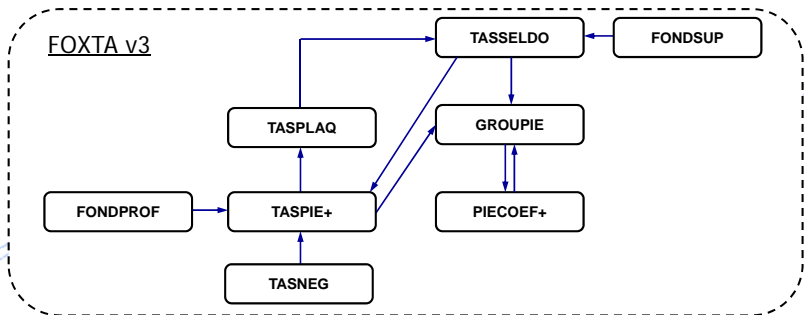
F. Cuira - Octobre 2011

Page 10

Modules de calcul

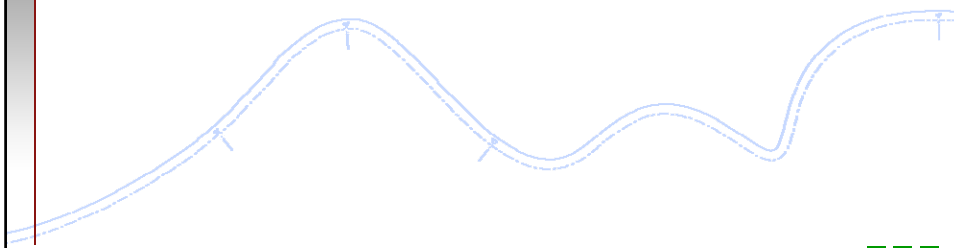
Modules de calcul

⇒ 8 modules de calcul autonomes et interconnectés

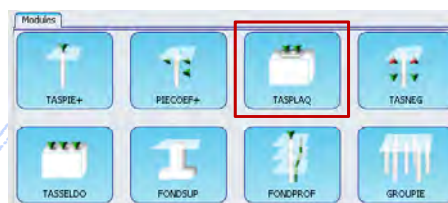


Modules de calcul

- 3 nouveaux modules :
 - ⇒ TASPLAQ : en remplacement de TASPOUTRE
 - ⇒ TASPIE+ : en remplacement de TASPIE
 - ⇒ PIECOEF+ : en remplacement de PIECOEF
- Extension des capacités des modules existants :
 - ⇒ Aucune limite sur le nombre d'éléments (couches, pieux, charges etc...)



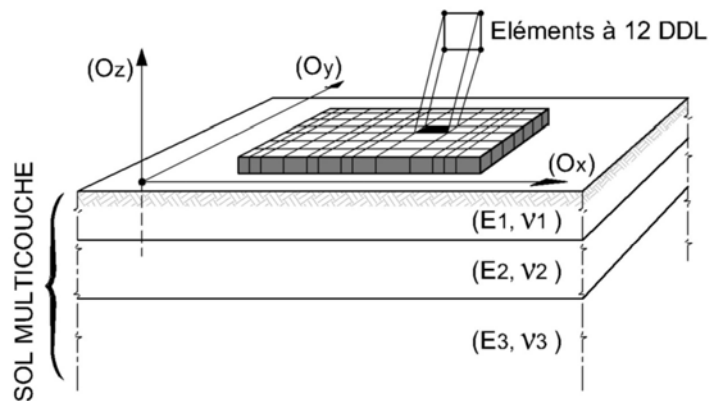
Module TASPLAQ



TASPLAQ : modélisation 3D d'un radier ou d'un dallage

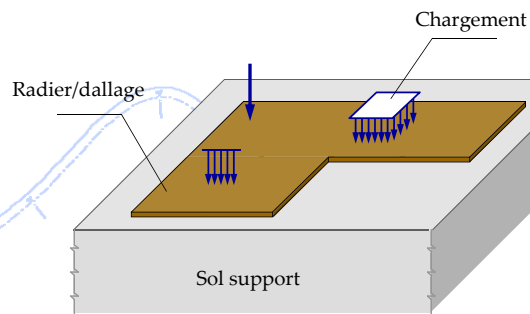
■ Principe du calcul (Cuira & Simon, RFG 2008)

- ⇒ Radier ou dallage : éléments finis de plaque
- ⇒ Sol support : modèle de Boussinesq étendu au cas d'un multicouche


TASPLAQ : modélisation 3D d'un radier ou d'un dallage

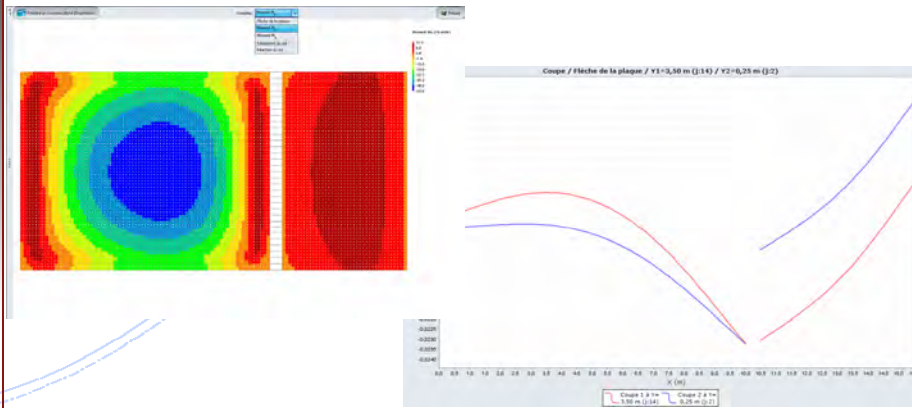
■ Fonctionnalités

- ⇒ Radier(s) ou dallage(s) d'inertie et de géométrie variables
- ⇒ Chargement vertical quelconque (ponctuel, linéique, surfacique...)
- ⇒ Support introduit soit comme un multicouche élastique, soit comme une distribution de ressorts hétérogènes
- ⇒ Gestion automatique du décollement et de la plastification à l'interface



TASPLAQ : modélisation 3D d'un radier ou d'un dallage

- Mise en œuvre :
 - ⇒ Tassements en surface
 - ⇒ Contraintes sur le sol
 - ⇒ Sollicitations (Tx, Ty, Mx, My) dans le radier ou le dallage



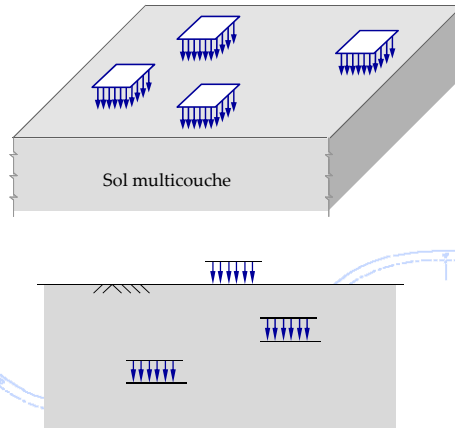
Module TASSEDLO



TASSELDO : Tassements et contraintes dans un multicouche

Fonctionnalités

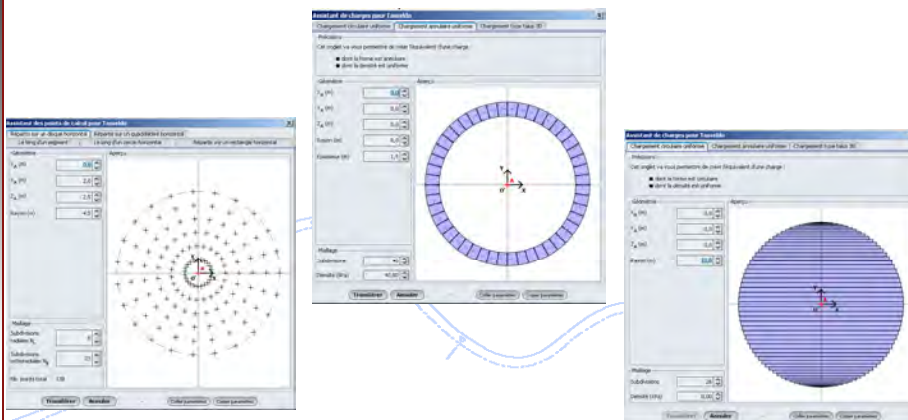
- ⇒ Sol multicouche horizontal avec une loi de diffusion de contraintes de type Boussinesq
- ⇒ Charges verticales de forme quelconque, appliquées en surface ou en profondeur
- ⇒ Calcul des tassements en tout point selon un modèle élastique 3D/1D ou/et oedométrique
- ⇒ Prise en compte d'une évolution temporelle (prédéfinie) des tassements
- ⇒ Possibilité d'ajuster les tassements selon un plan moyen par la méthode des moindres carrés



TASSELDO : Tassements et contraintes dans un multicouche

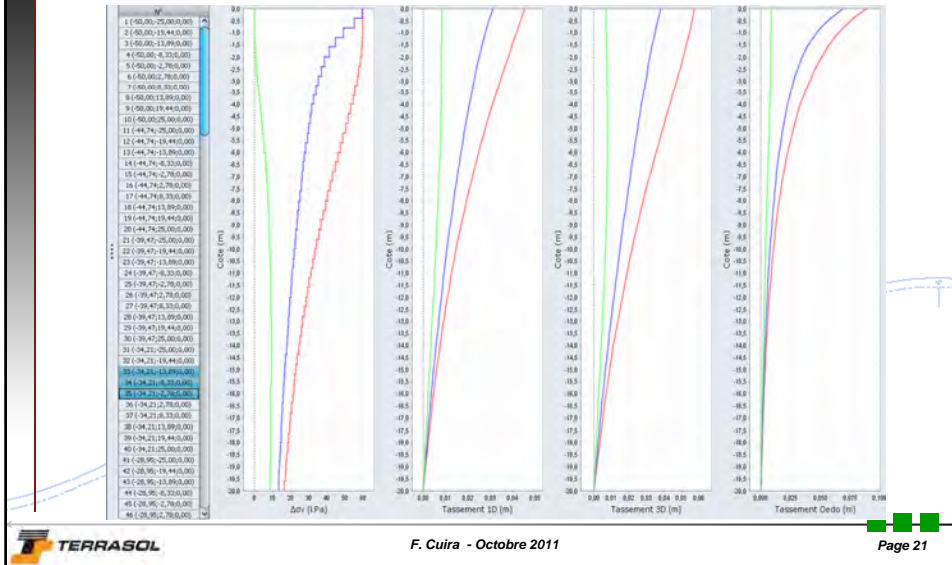
Fonctionnalités

- ⇒ Multiples assistants pour la génération automatique d'un maillage de chargement et de points de calcul



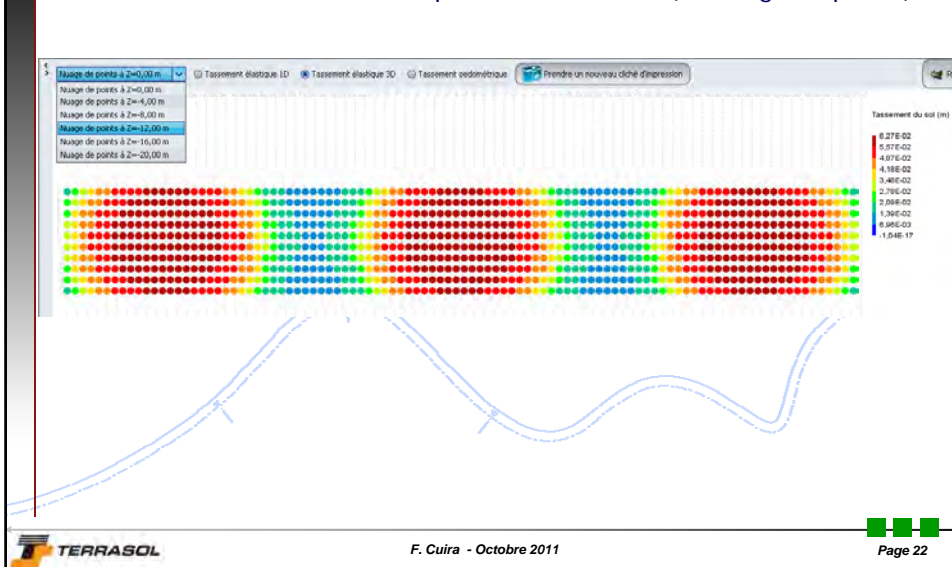
TASSELDO : Tassements et contraintes dans un multicouche

- Résultats : profils de tassements et contraintes en profondeur

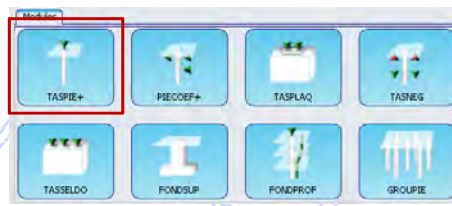


TASSELDO : Tassements et contraintes dans un multicouche

- Résultats : Tassements à une profondeur donnée (en nuage de points)



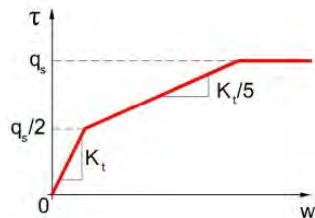
Module TASPIE+



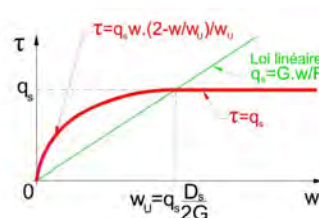
TASPIE+ : pieu isolé ou en groupe sous chargement axial

■ Cas d'un pieu isolé : fonctionnalités

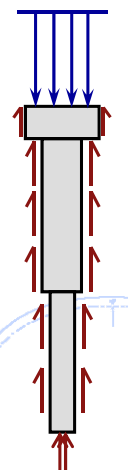
- ⇒ Pieu de section et rigidité variables soumis à une charge en tête
- ⇒ Lois de frottement latéral $q_s = f(w)$ définie selon les courbes de Frank et Zhao, Monnet ou « point par point »
- ⇒ Loi de contrainte en pointe $q_p = f(w_p)$ définie selon les courbes de Frank et Zhao ou « point par point »



Loi de type « Frank et Zhao »

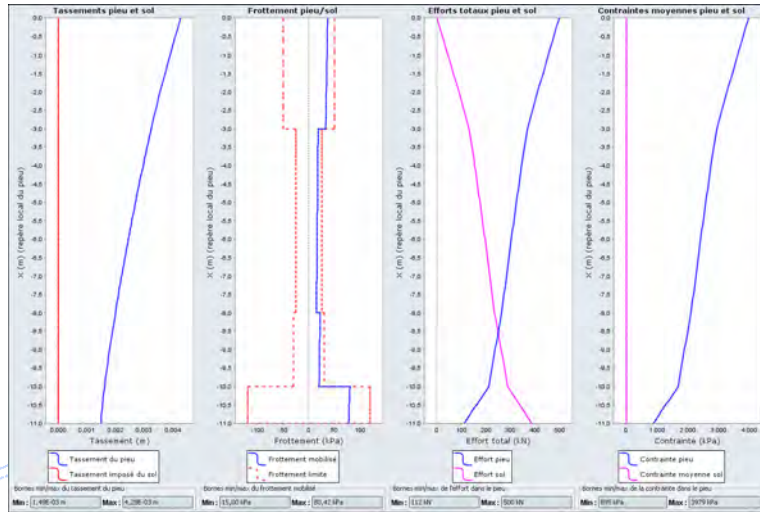


Loi de type « Monnet »



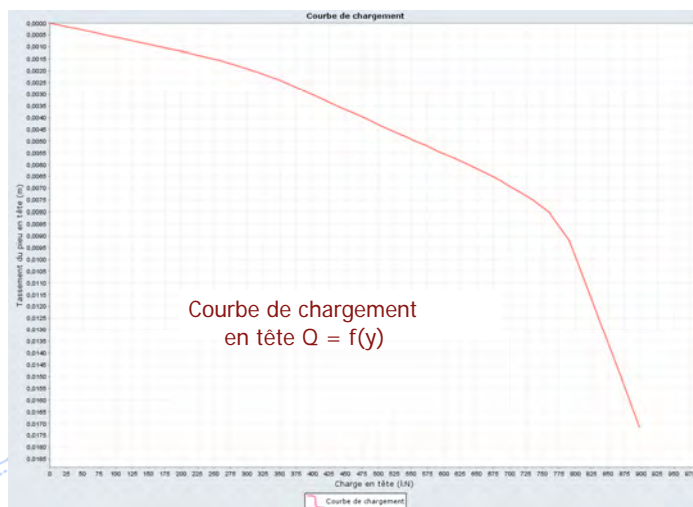
TASPIE+ : pieu isolé ou en groupe sous chargement axial

Cas d'un pieu isolé : résultats



TASPIE+ : pieu isolé ou en groupe sous chargement axial

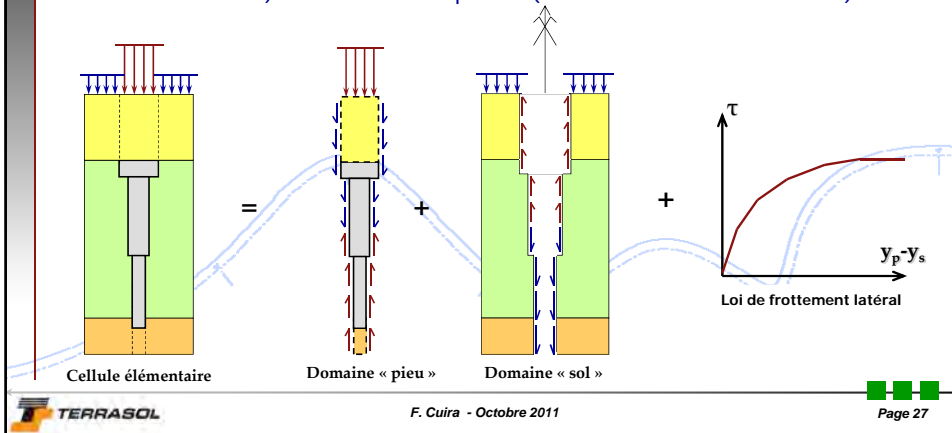
Cas d'un pieu isolé : résultats



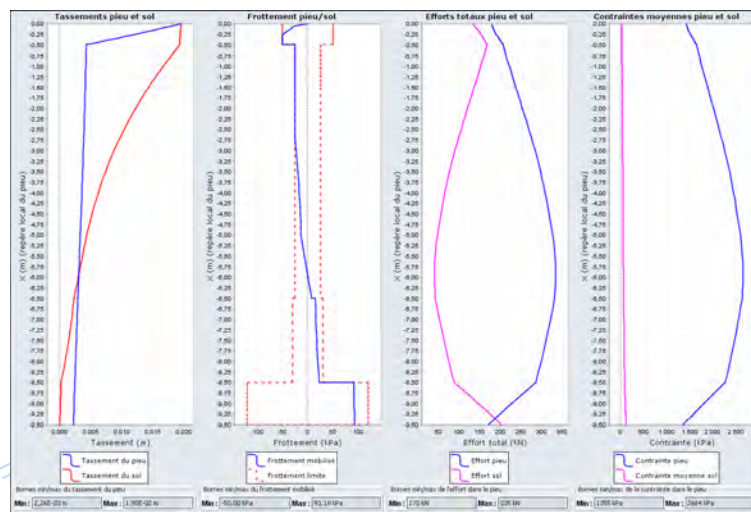
TASPIE+ : pieu isolé ou en groupe sous chargement axial

■ Cas d'un pieu + maille de sol associée : fonctionnalités

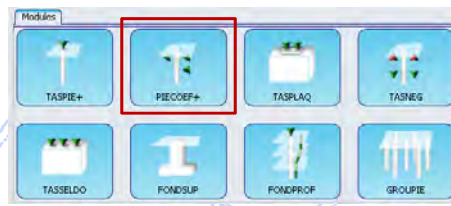
- ⇒ Modèle de cellule élémentaire (Simon 2009) : s'applique au cas d'un pieu en groupe ainsi qu'aux réseaux d'inclusions rigides
- ⇒ Deux types de conditions aux limites : déformations imposées (cas d'un dallage sur inclusions) ou contraintes imposées (cas d'un remblai sur inclusions)


TASPIE+ : pieu isolé ou en groupe sous chargement axial

■ Cas d'un pieu + maille de sol associée : Résultats



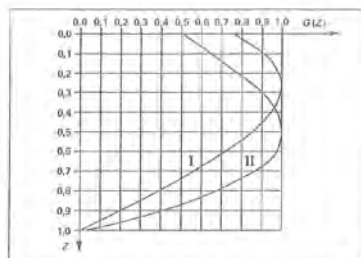
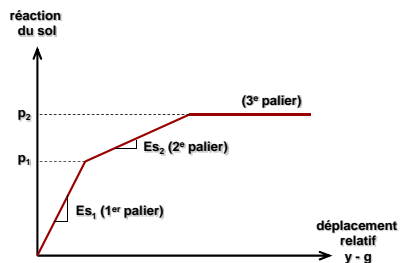
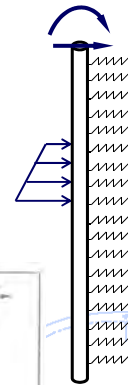
Module PIECOEF+



PIEcoef+ : calcul affiné d'un pieu sous sollicitations latérales

Fonctionnalités

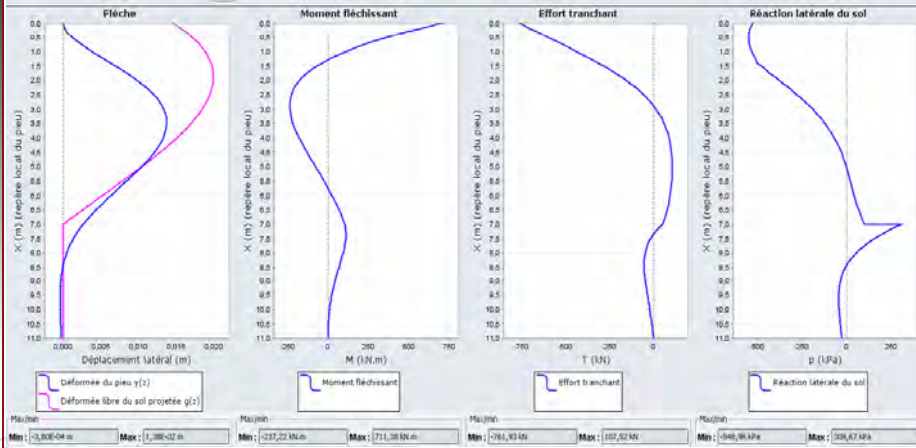
- ⇒ Pieu d'inertie et de géométrie variables
- ⇒ Prise en compte des déformations d'effort tranchant
- ⇒ Prise en compte de la plastification du sol (loi à 2 ou 3 paliers)
- ⇒ Prise en compte de la déformée libre du sol $g(z)$
- ⇒ Chargement réparti ou ponctuel applicable en tout point du pieu



PIECOEF+ : calcul affiné d'un pieu sous sollicitations latérales

■ Résultats de base

⇒ Déplacements, réactions et sollicitations (T, M)


PIECOEF+ : calcul affiné d'un pieu sous sollicitations latérales

■ Résultats de base

⇒ Déplacements, réactions et sollicitations (T, M) pour chaque cas de charge

⇒ Matrice de raideur en tête

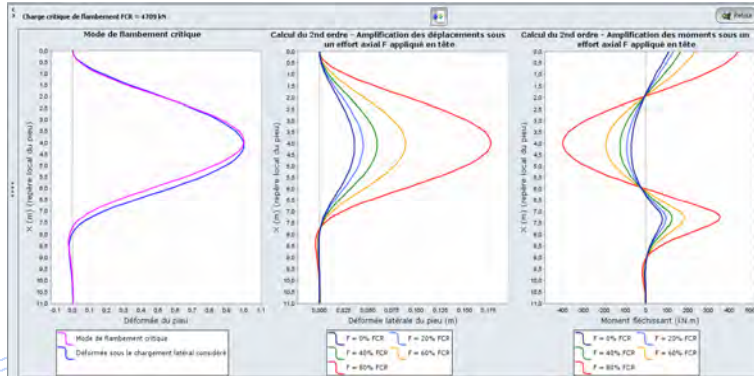
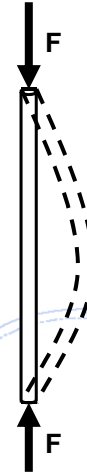
$$\begin{pmatrix} T \\ M \end{pmatrix}^{tête} = \begin{pmatrix} \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y \\ w \end{pmatrix}^{tête} + \begin{pmatrix} T_0 \\ M_0 \end{pmatrix}$$

Paramètres Groupie

PIECOEF+: calcul affiné d'un pieu sous sollicitations latérales

■ Résultats complémentaires : flambement

- ⇒ Evaluation directe et exacte (et non plus rapprochée) de l'effort critique de flambement
- ⇒ Calcul des sollicitations et des déformations de 2nd ordre

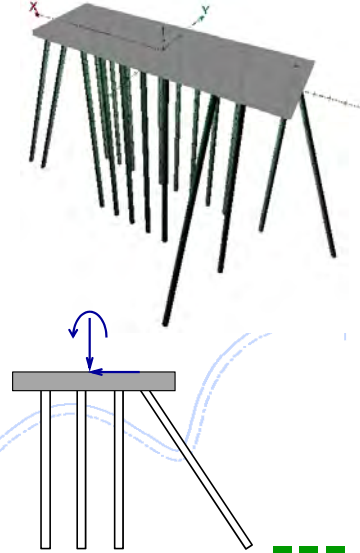


Module GROUPIE



GROUPIE : groupe de pieux coiffés par semelle rigide
■ Fonctionnalités

- ⇒ Traitement 3D d'un groupe de pieux connectés en tête à une semelle infiniment rigide
- ⇒ Pieux d'inclinaisons quelconques dans l'espace
- ⇒ Possibilité de définir un regroupement par famille de pieux identiques
- ⇒ Prise en compte de la souplesse des pieux moyennant leur matrice de raideur en tête (résultat Taspie+/Piecoef+)
- ⇒ Torseurs de chargement complets (6 composantes) définis au centre de la semelle


GROUPIE : groupe de pieux coiffés par semelle rigide
■ Résultats : pour chaque cas de charge

- ⇒ Déplacements et rotations de la semelle pour chaque cas de charge
- ⇒ Efforts (N, M, T) repris en tête de chaque pieu

EFFORTS SUR LA SEMELLE / REPERE GENERAL

```

TX = 200.000    dx = -0.9168E-04
MY = 150.000    rot./Y = 0.1487E-05
TY = -200.000   dy = -0.4068E-03
MX = 0.000      rot./X = -0.3140E-04
TZ = 10000.000  dz = 0.1000E-01
MZ = 1500.000   rot./Z = 0.1191E-04
    
```

EFFORTS DANS LES PIEUX / REPERE LOCAL PROPRE A CHACUN

n	code	t1	m1	t2	m2	t2	m2	t	m
1	1	24.717	-3.910	-35.723	24.613	1010.908	0.000	43.441	24.921
2	1	15.283	0.684	-35.723	24.613	992.067	0.000	38.855	24.622
3	1	15.283	0.684	-4.277	9.300	989.092	0.000	15.870	9.325
4	1	24.717	-3.910	-4.277	9.300	1007.933	0.000	25.084	10.088
5	1	24.717	-3.910	-20.000	16.956	1009.420	0.000	31.795	17.401
6	1	16.283	0.684	-20.000	16.956	990.580	0.000	31.171	16.870
7	1	20.000	-1.613	-27.862	20.785	1000.744	0.000	34.297	20.847
8	1	20.000	-1.613	-12.138	13.128	999.256	0.000	23.395	13.227
9	1	20.000	-1.613	-49.585	28.441	1002.231	0.000	47.955	28.487
10	1	20.000	-1.613	3.595	5.472	997.769	0.000	20.319	5.704

EFFORTS SUR LA SEMELLE / REPERE GENERAL

```

TX = 250.000    dx = -0.5400E-04
MY = 150.000    rot./Y = 0.1213E-05
TY = -250.000   dy = -0.4462E-03
MX = 0.000      rot./X = -0.3567E-04
TZ = 13000.000  dz = 0.1300E-01
MZ = 0.000      rot./Z = -0.4474E-21
    
```

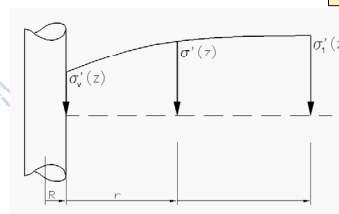
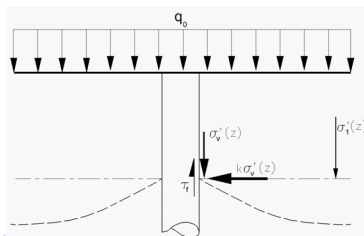
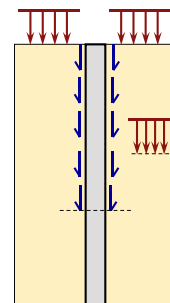
Module TASNEG

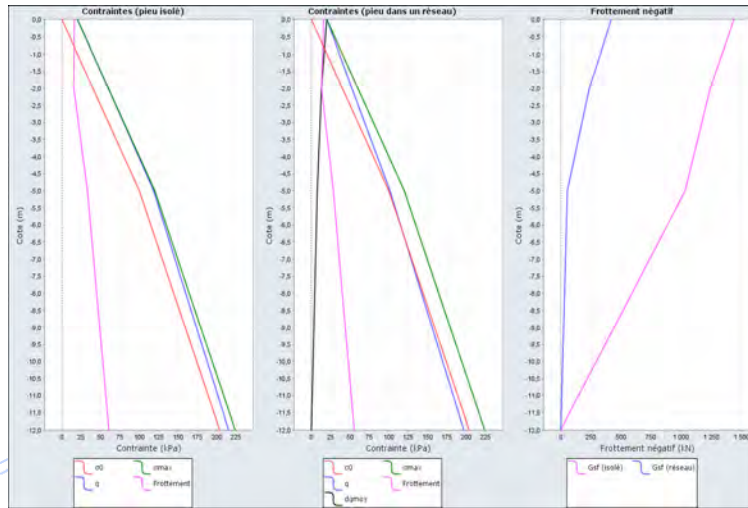


TASNEG : frottement négatif sur un pieu isolé ou en groupe

■ Fonctionnalités

- ⇒ Calcul du frottement négatif selon le modèle de Combarieu
- ⇒ Prise en compte d'un groupe de pieux
- ⇒ Calcul des tassements selon un modèle élastique ou oedométrique
- ⇒ Prise en compte d'un supplément de contrainte imposé en profondeur (uniforme ou variable)



TASNEG : frottement négatif sur un pieu isolé ou en groupe
Résultats

TASNEG : frottement négatif sur un pieu isolé ou en groupe
Résultats

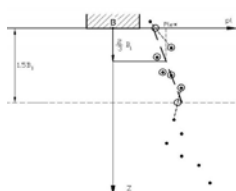
Pieu isolé							
Z	sig0	sigmax	q	tau	GS*		
0.000	0.000	20.000	20.000	16.000	0.000		
-2.000	40.000	60.000	60.000	15.000	201.062		
-5.000	100.000	120.000	117.955	32.959	202.804		
-12.000	204.000	224.000	215.327	60.292	1027.746		
* Cote profondeur critique : -12.000					1438.612		
Critere : q = sig0							
Pieu dans réseau infini							
Z	sig0	sigmax	q	tau	GS*	qmqoy	tassement
0.000	0.000	20.000	20.000	16.000	0.000	20.000	0.0016
-2.000	40.000	60.000	52.372	13.093	184.704	12.372	0.0016
-5.000	100.000	120.000	101.432	28.401	182.556	7.204	0.0016
-12.000	204.000	224.000	197.217*	55.223	51.374*	0.000	0.0000
* Cote profondeur critique : -5.561					418.634		0.0016
Critere : qmqoy = sig0							
DISTRIBUTION DES EFFORTS DANS LE GROUPE							
				frottement négatif		frottement négatif + surcharge (20.00)	
Une file de pieux :				pieu extérieur	1098.619	1114.327	
				pieu intérieur	758.627	774.335	
Plusieurs files :				pieu d'angle	843.625	859.333	
				pieu extérieur	588.630	604.338	
				pieu intérieur	418.634	434.342	
EFFORT TOTAL APPLIQUE EN TETE :					484.292	500.000	

Modules FONDSUP/FONDPROF

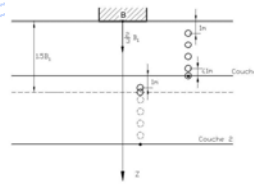


FONDSUP : dimensionnement d'une fondation superficielle selon la réglementation en vigueur

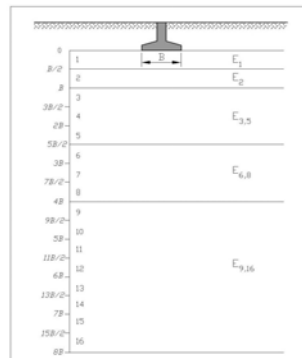
- Actuellement : calcul de la capacité portante et du tassement pressiométrique d'une semelle isolée selon les règles du Fascicule 62
- Prochainement : intégration des règles de la norme nationale d'application de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles
- Paramètres d'entrée : profil pressiométrique défini par couches ou par points de mesures



Traitement par point de mesures

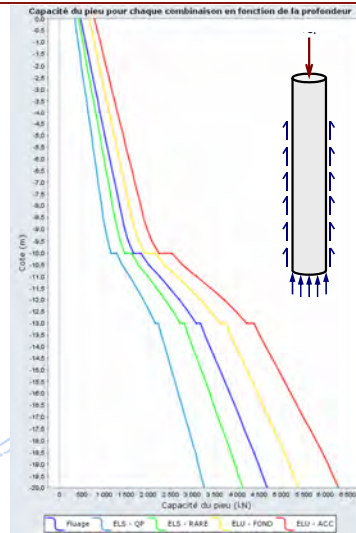


Traitement par couches



FONDPROF : dimensionnement d'une fondation profonde selon la réglementation en vigueur

- Actuellement : calcul de la capacité portante d'un pieu/micropieu selon les règles du Fascicule 62 / DTU
- Prochainement : intégration des règles de la norme nationale d'application de l'Eurocode 7 pour les fondations profondes
- Paramètres d'entrée : profil pressiométrique ou CPT défini par couches ou par points de mesures
- Résultats : diagrammes de capacité portante en fonction de la profondeur



Démonstration du logiciel

EXEMPLE DE DEMONSTRATION

