

Digues de Beaugies & Berlancourt

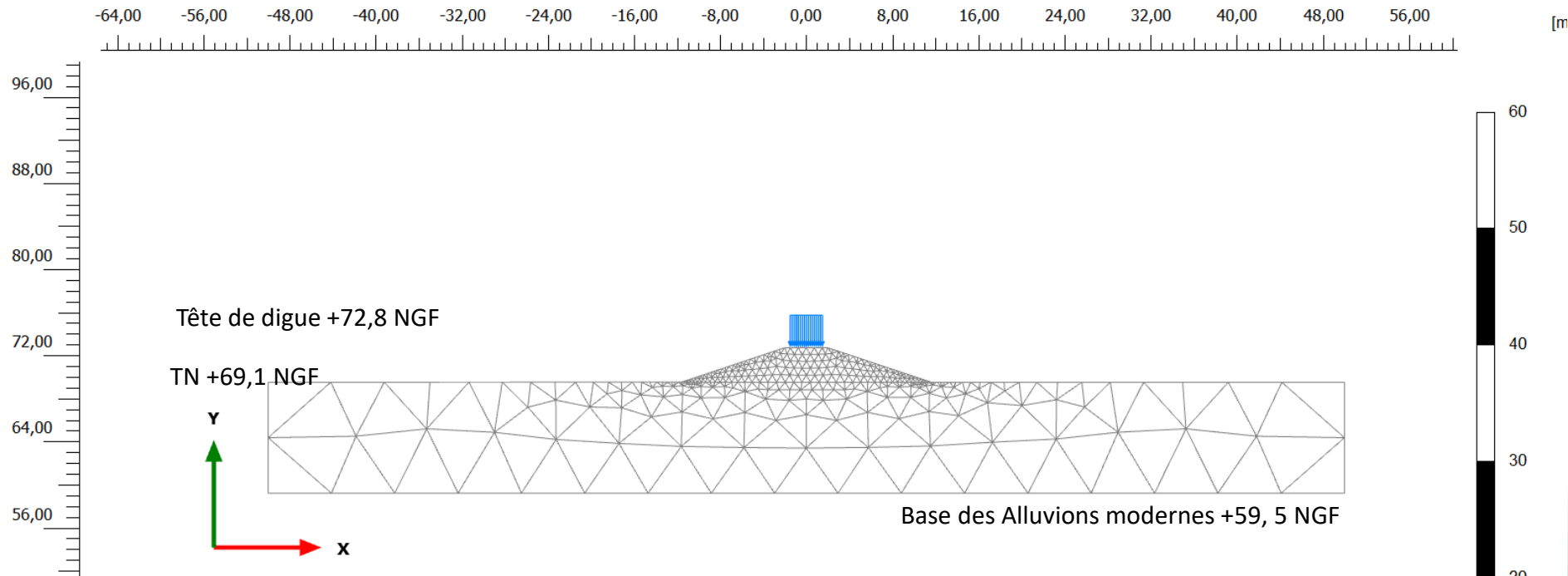
Calculs hydrodynamiques



Digue de Beaugies

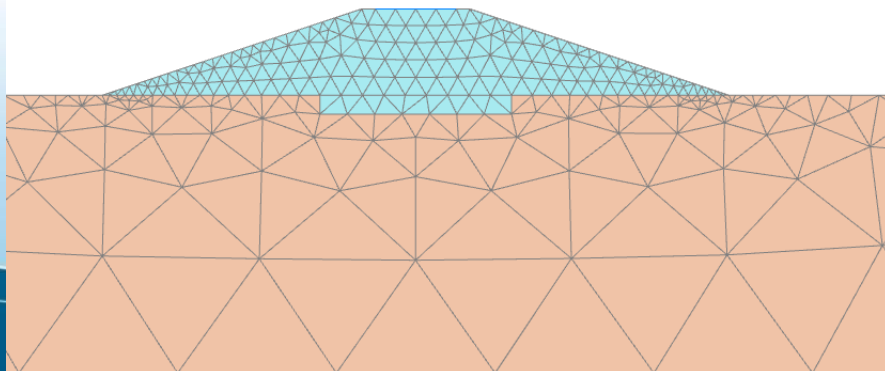
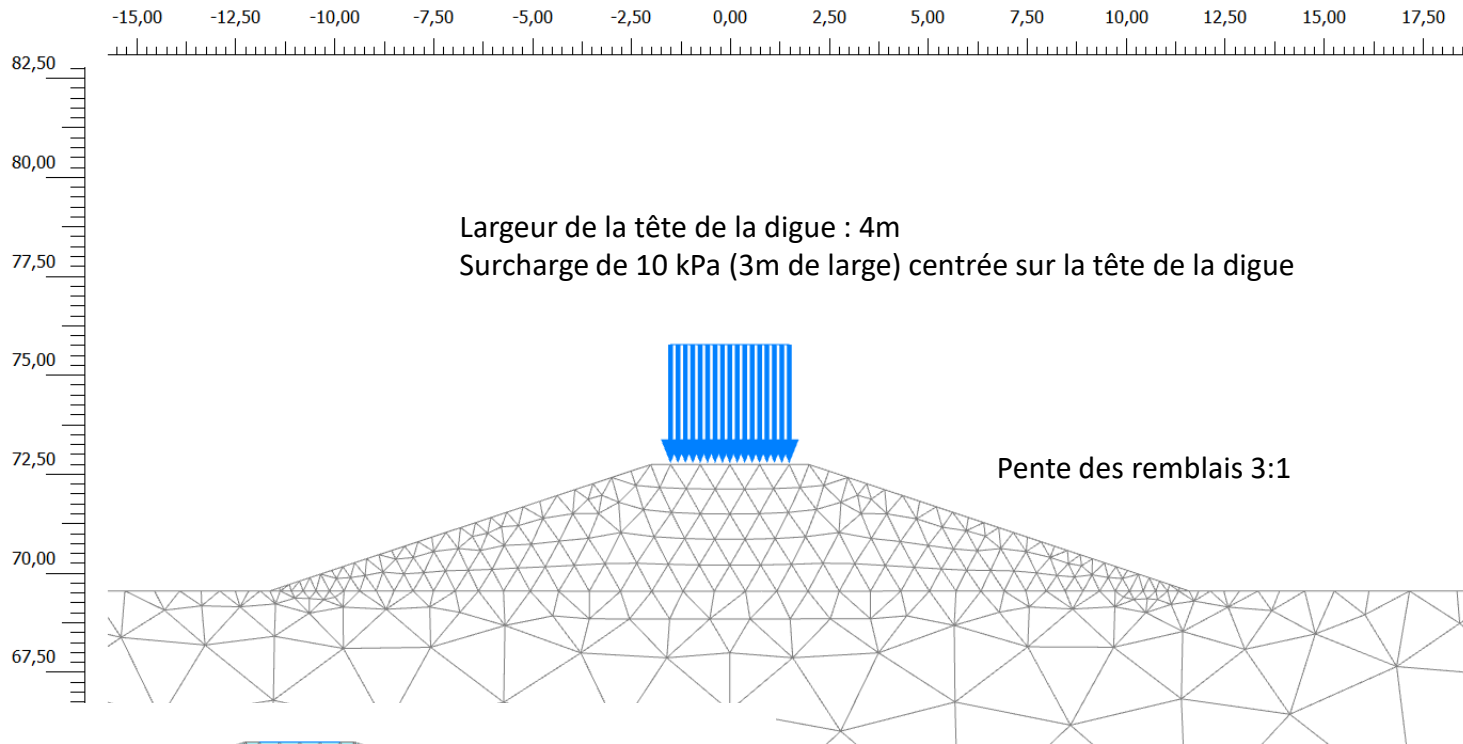
- Profil en travers
- Modèle éléments finis : Plaxis 2D
- Maillage de 4,850 nœuds
- Calcul hydrodynamique : Prise en compte de l'évolution du niveau d'eau amont au cours du temps
- Géométrie et paramètres d'entrée identiques à celles de la Phase PRO

Modélisation adoptée



Extension du maillage horizontale : 100m
Uniquement l'horizon d'alluvions modernes a été pris en compte



Zoom du modèle numérique



Caractéristiques des horizons

- Modèle Elastique linéaire parfaitement plastique (critère de rupture de type Mohr-Coulomb),
- Propriétés identiques à celles de la Phase PRO.

Paramètres géotechniques et hydrauliques de calcul

Identification		Alluvions Modernes	Remblai
Identification number		1	2
Drainage type		Drained	Drained
Colour			
Comments			
γ_{unsat}	kN/m ³	18,00	20,00
E	kN/m ²	24,00E3	30,00E3
ν (nu)		0,3000	0,3000
c_{ref}	kN/m ²	1,000	10,00
φ (phi)	°	30,00	20,00

Perméabilité isotrope des Alluvions modernes = 1.10^{-9} m/s

Perméabilité isotrope des Remblais = 1.10^{-7} m/s

Niveau d'eau amont = 72,10 m NGF

Niveau d'eau aval = TN +69,1 NGF

Chargements

Prise en compte du signal sismique par un calcul pseudo-statique:

$$K_h = 0.054$$

$$K_v = +/-0.054$$

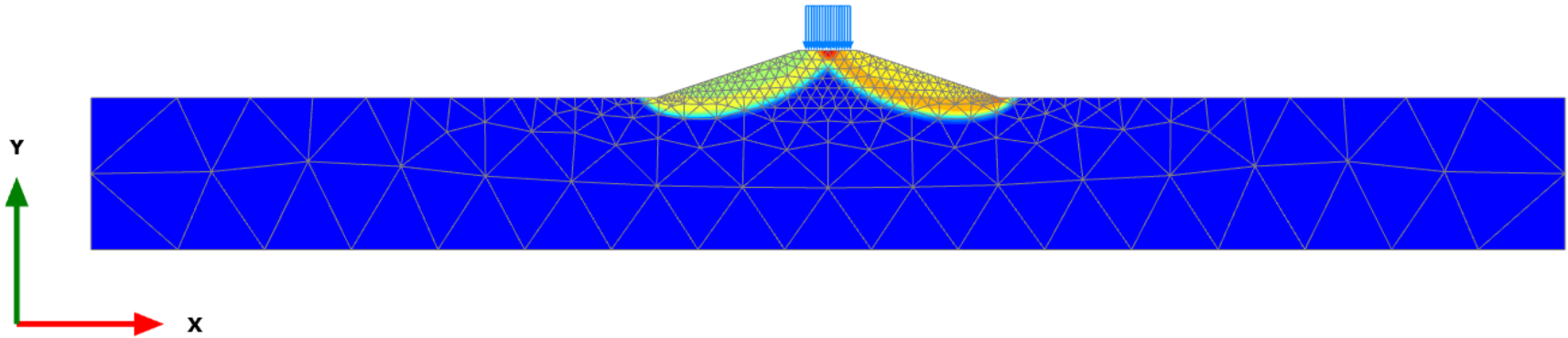
Hydrogramme de décrue pris en compte pour la vidange rapide : -2,45m
en 20h

Phasage de réalisation

- Phase 0 : Mise en place de la digue avec surcharge de 10 kPa en tête
- Phase 1 : Mise en eau (cote amont = 72,1 NGF, aval = 69, 1 NGF)
- Phase 2 : Prise en compte du séisme
- Phase 3 : Vidange rapide
- Phase 4 : Vidange rapide + séisme

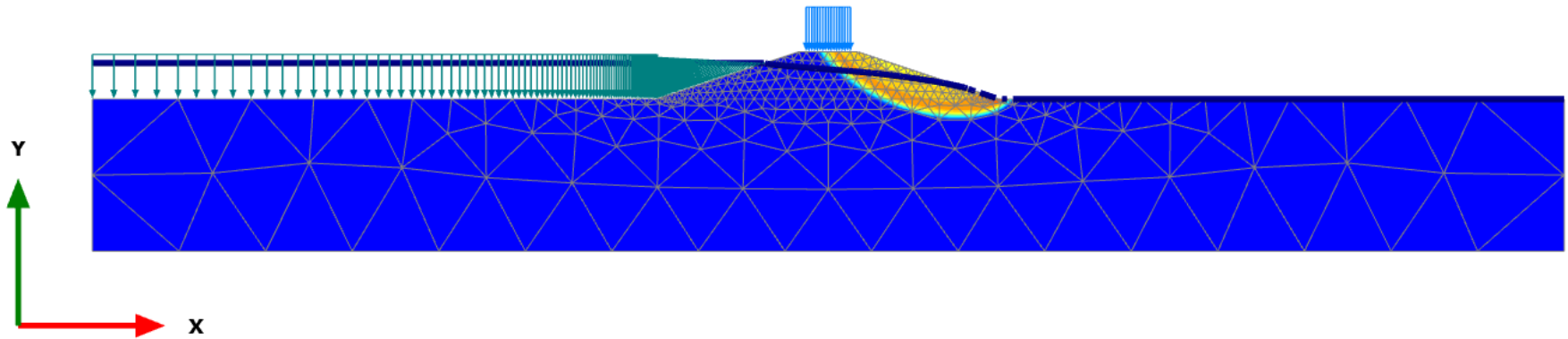
Calcul du facteur de sécurité global F_s à chaque phase

Phase 0 : Mise en place de la digue avec surcharge de 10 kPa en tête



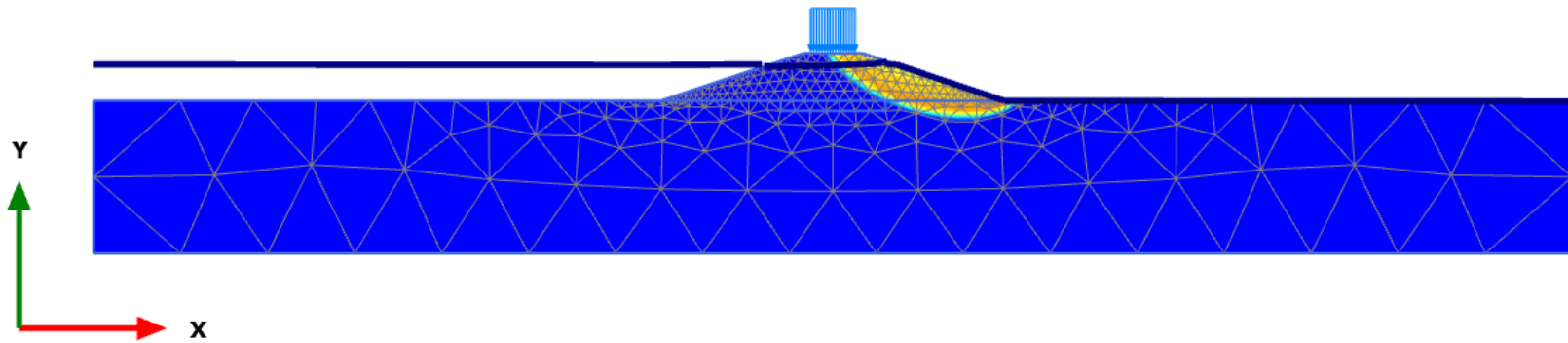
$$F_s = 2,04 > 1,5 \Rightarrow \text{ok}$$

Phase 1 : Mise en eau (cote amont = 72,1 NGF, aval = 69,1 NGF)



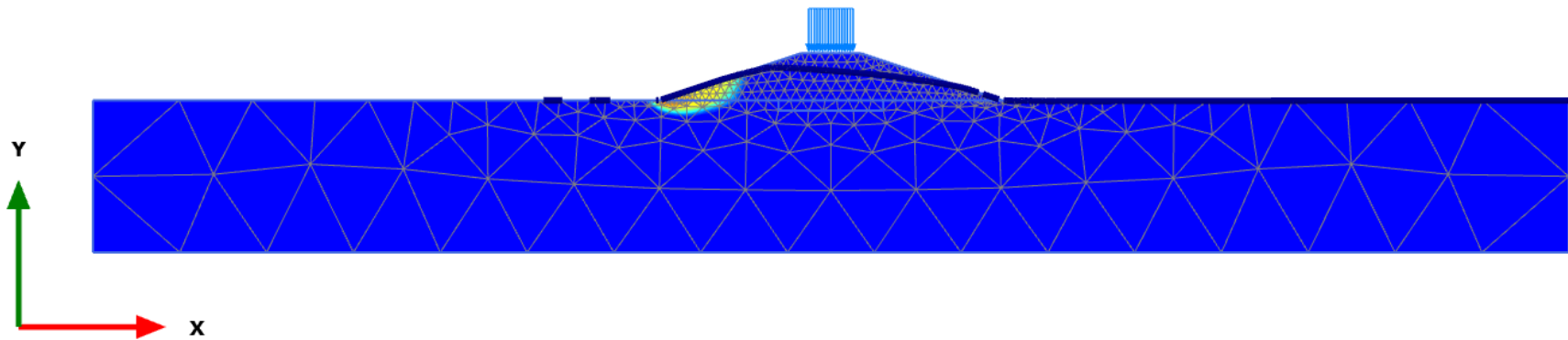
$$F_s = 1,56 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Phase 2 : Prise en compte du séisme



$$F_s = 1,32 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Phase 3 : Vidange rapide (pas de séisme)



$$F_s = 1,19 < 1,2$$

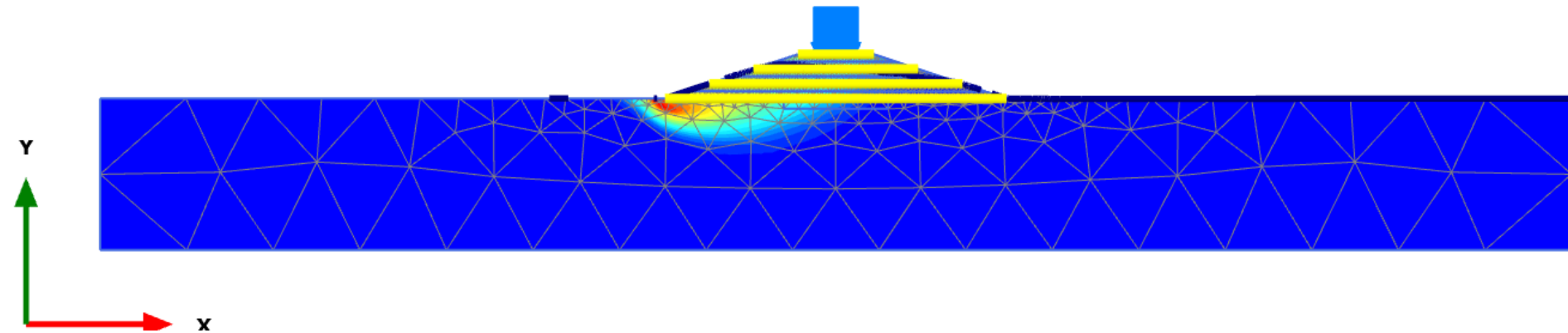
Solution de confortement

- Au vu des facteurs de sécurité obtenus pour le cas Vidange rapide sans prise en compte du séisme ($F_s=1.19 < 1.2$), le facteur de sécurité d'un cas crue + séisme serait très inférieur à 1,2 et donc inacceptable.

Une solution de confortement est donc proposée. Elle est la suivante :

- Géogridde de raideur 400 kN/m,
 - Mise en place du 1^{er} niveau à 69.1 NGF,
 - Espacement vertical d'environ 1m.
- Un nouveau calcul a été mené avec cette configuration et en prenant en compte la vidange rapide et l'effet du séisme (cas le plus défavorable).

Digue confortée : Vidange rapide et séisme

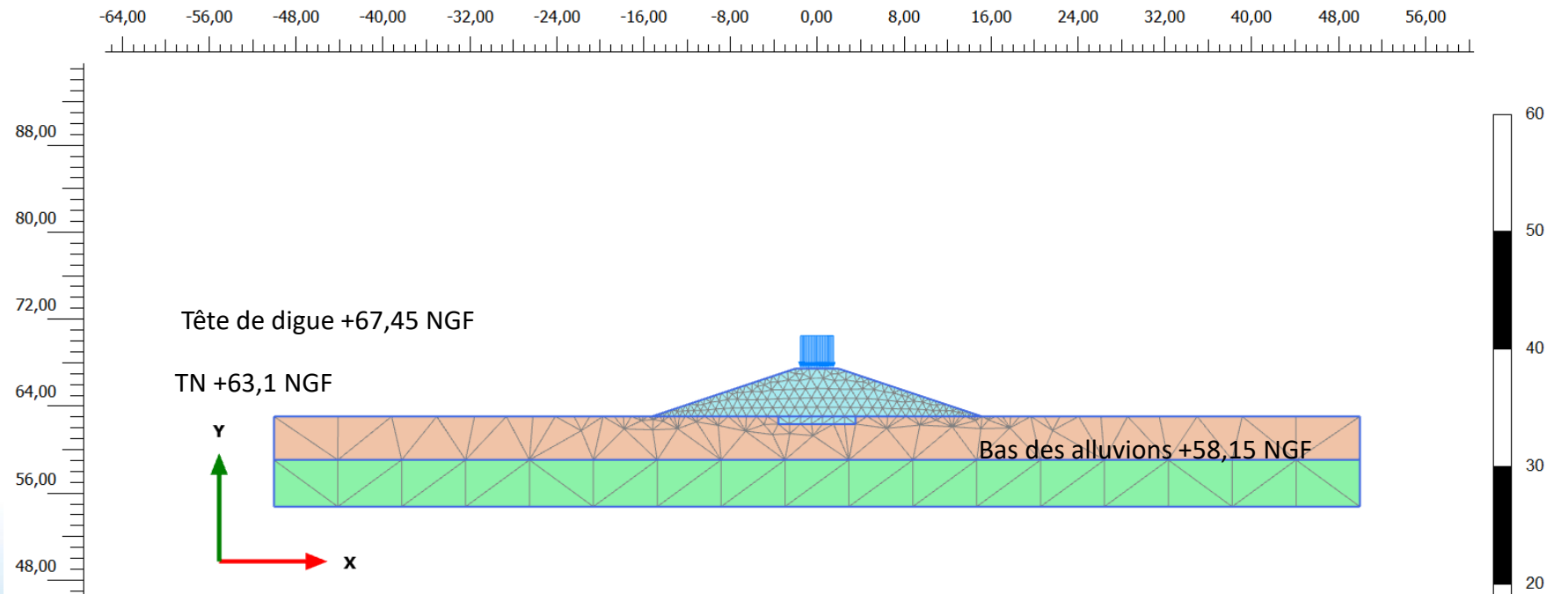


$$F_s = 1,71 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Digue de Berlancourt

- Profil en travers
- Modèle éléments finis : Plaxis 2D
- Maillage de 4,150 nœuds
- Calcul hydrodynamique : Prise en compte de l'évolution du niveau d'eau amont au cours du temps
- Géométrie et paramètres d'entrée identiques à celles de la Phase PRO

Modélisation adoptée



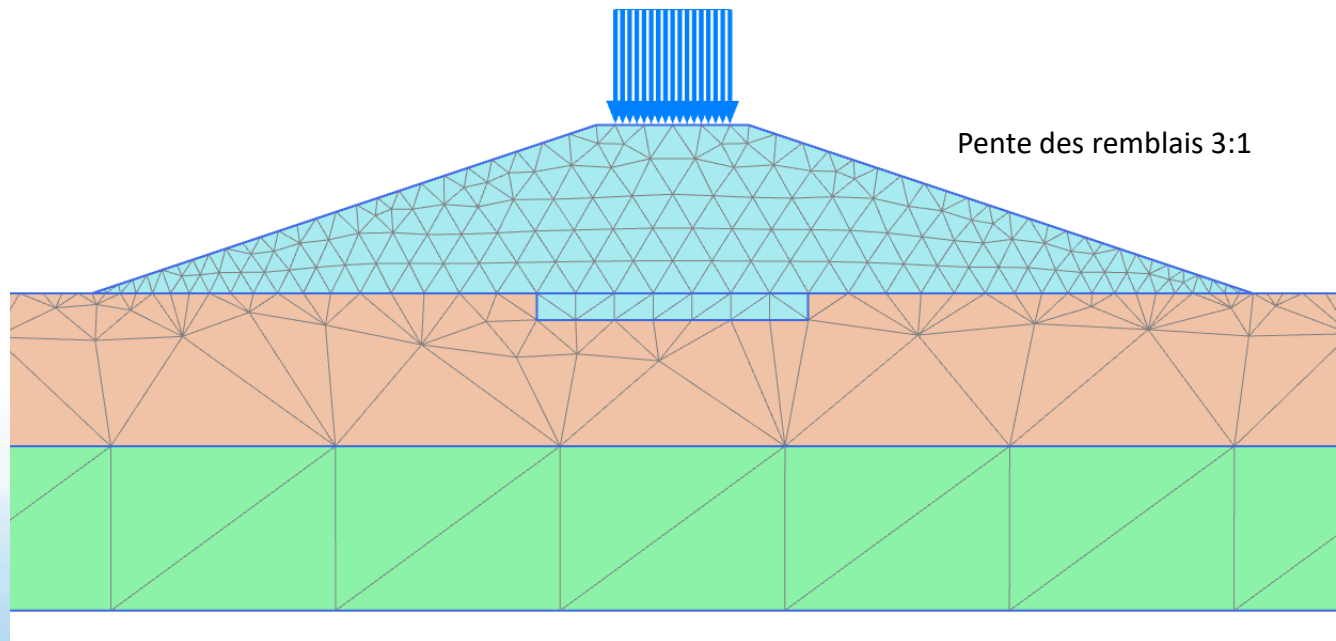
Extension du maillage horizontale : 100m
Alluvions modernes et Craies prises en compte

Layers		Borehole_2	
#	Material	Top	Bottom
1	Alluvions Modernes	63,05	59,05
2	Craie	59,05	54,75

Zoom du modèle numérique

Largeur de la tête de la digue : 4m

Surcharge de 10 kPa (3m de large) centrée sur la tête de la digue






Pente des remblais 3:1

Caractéristiques des horizons

- Modèle Elastique linéaire parfaitement plastique (critère de rupture de type Mohr-Coulomb),
- Propriétés identiques à celles de la Phase PRO.

Paramètres géotechniques et hydrauliques de calcul

Identification		Alluvions Modernes	Remblai	Craie
Identification number		1	2	3
Drainage type		Drained	Drained	Drained
Colour				
Comments				
γ_{unsat}	kN/m ³	18,00	20,00	20,00
E	kN/m ²	20,00E3	30,00E3	27,00E3
ν (nu)		0,3000	0,3000	0,3000
c_{ref}	kN/m ²	15,00	10,00	35,00
ϕ (phi)	°	18,00	20,00	15,00

Perméabilité isotrope des Alluvions modernes = $1,8 \cdot 10^{-10}$ m/s

Perméabilité isotrope des Remblais = $1 \cdot 10^{-7}$ m/s

Niveau d'eau amont = 67,67 m NGF

Niveau d'eau aval = TN +63,1 NGF

Chargements

Prise en compte du signal sismique par un calcul pseudo-statique:

$$K_h = 0.054$$

$$K_v = +/-0.054$$

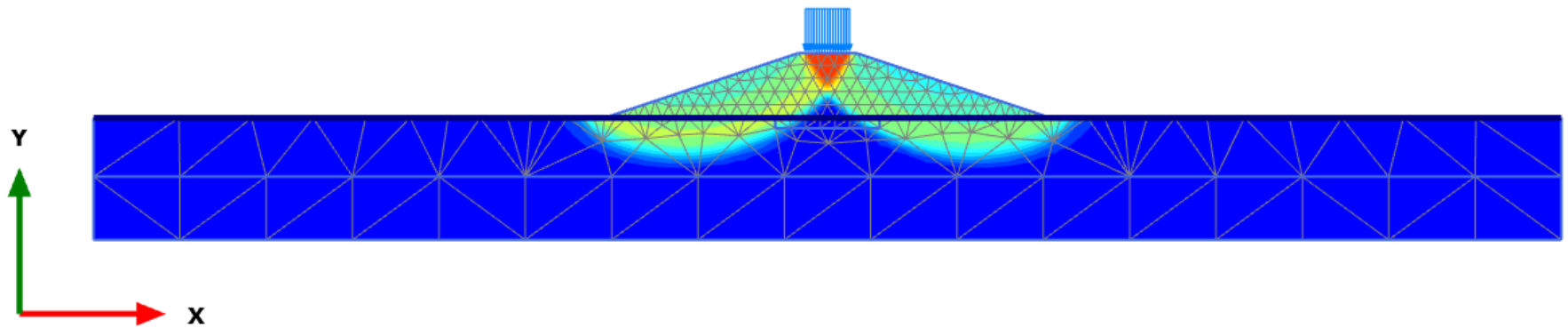
Hydrogramme de décrue pris en compte pour la vidange rapide : -3,62m
en 28h

Phasage de réalisation

- Phase 0 : Mise en place de la digue avec surcharge de 10 kPa en tête
- Phase 1 : Mise en eau (cote amont = 67,67 NGF, aval = 63,1 NGF)
- Phase 2 : Prise en compte du séisme
- Phase 3 : Vidange rapide (pas de séisme)
- Phase 4 : Vidange rapide et prise en compte du séisme

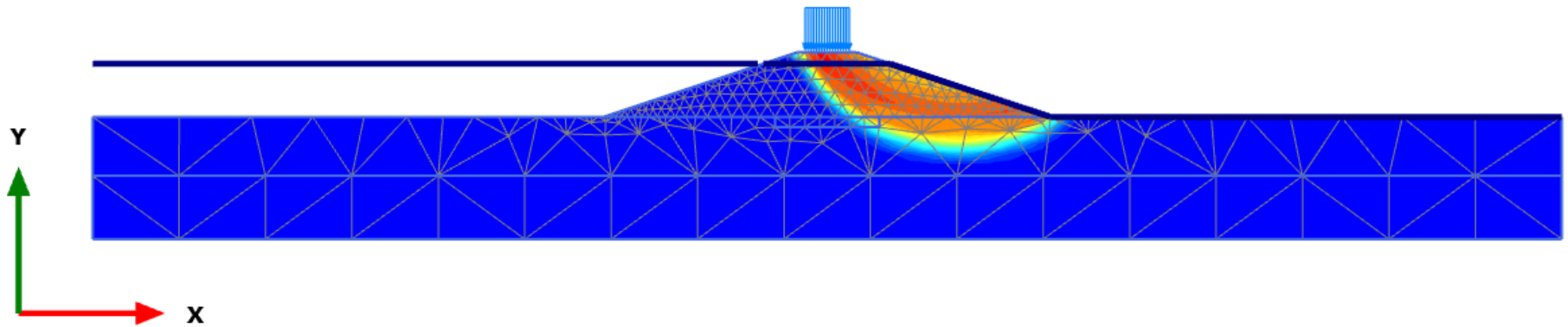
Calcul du facteur de sécurité global F_s à chaque phase

Phase 0 : Mise en place de la digue avec surcharge de 10 kPa en tête



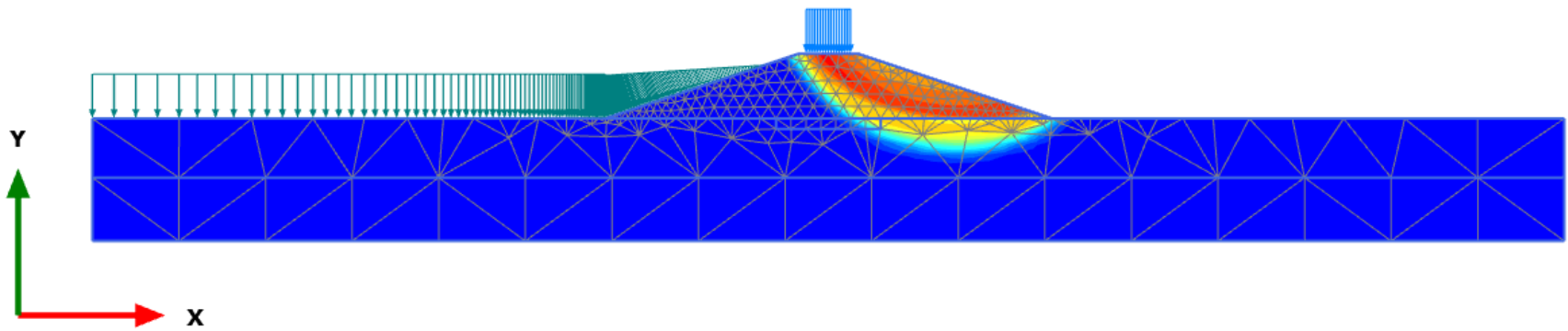
$$F_s = 2,17 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Phase 1 : Mise en eau (cote amont = 67,67 NGF, aval = 63,1 NGF)



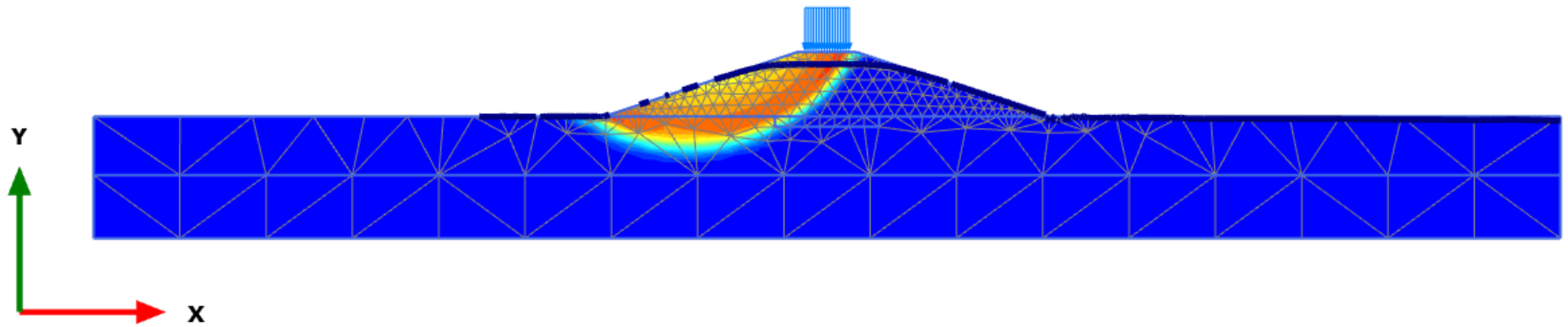
$$F_s = 1,74 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Phase 2 : Prise en compte du séisme



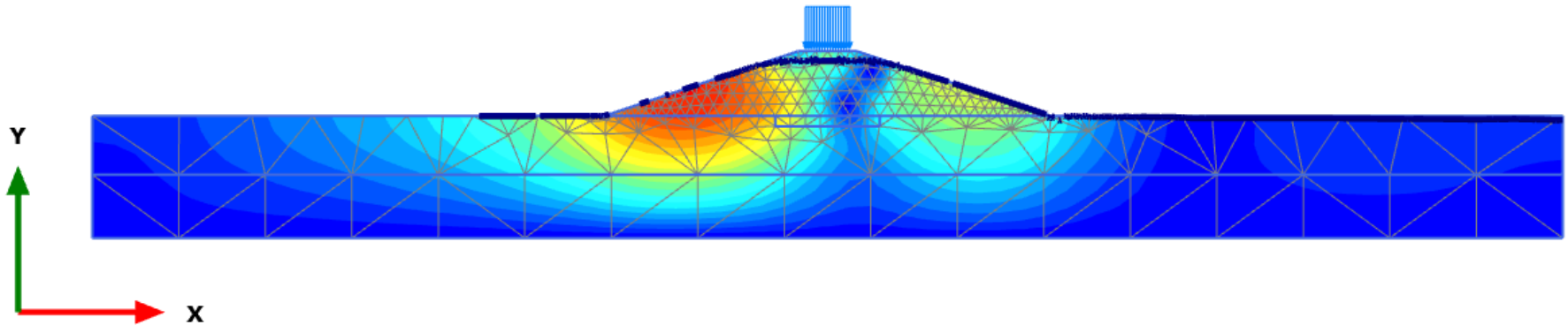
$$F_s = 1,51 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Phase 3 : Vidange rapide (pas de séisme)



$$F_s = 1,70 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Phase 4 : Vidange rapide et séisme antea group



$$F_s = 1,47 > 1,2 \Rightarrow \text{ok}$$

Pas de nécessité de conforter la digue de Berlancourt