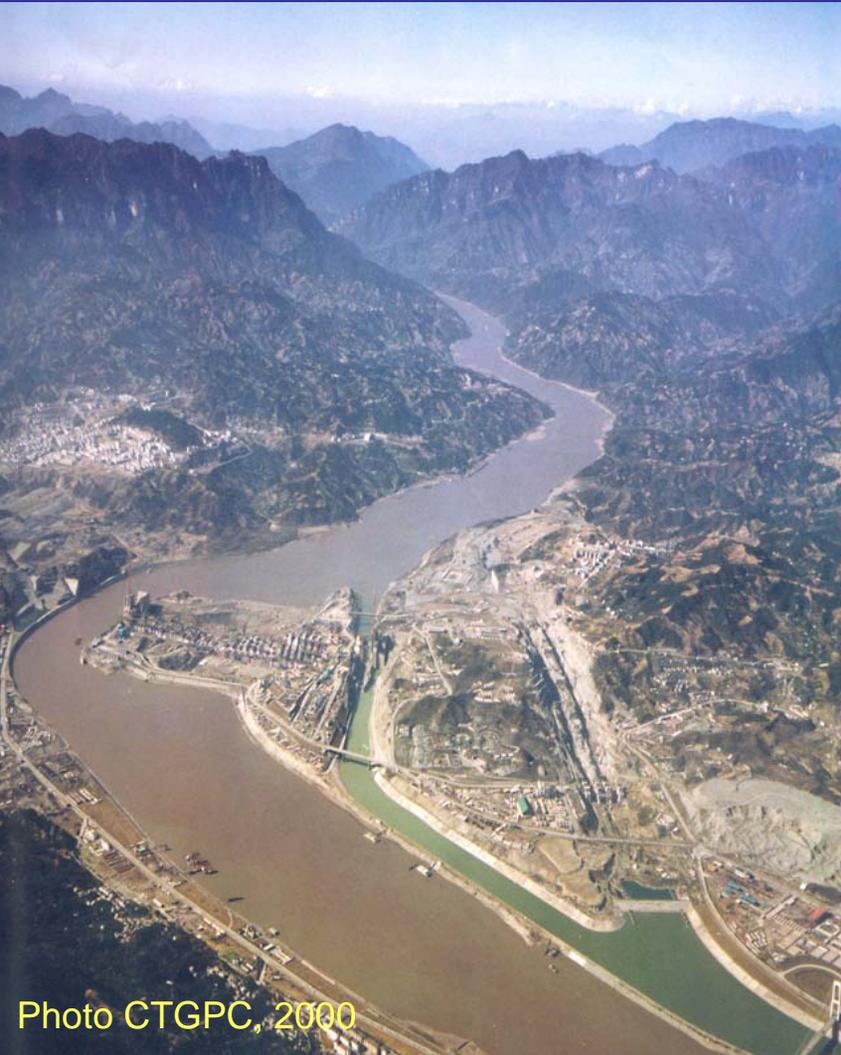


Prise en compte des discontinuités dans l'élaboration d'un modèle géomécanique de massif rocheux. *Application au creusement de l'écluse à bateaux du barrage des Trois Gorges (Chine)*



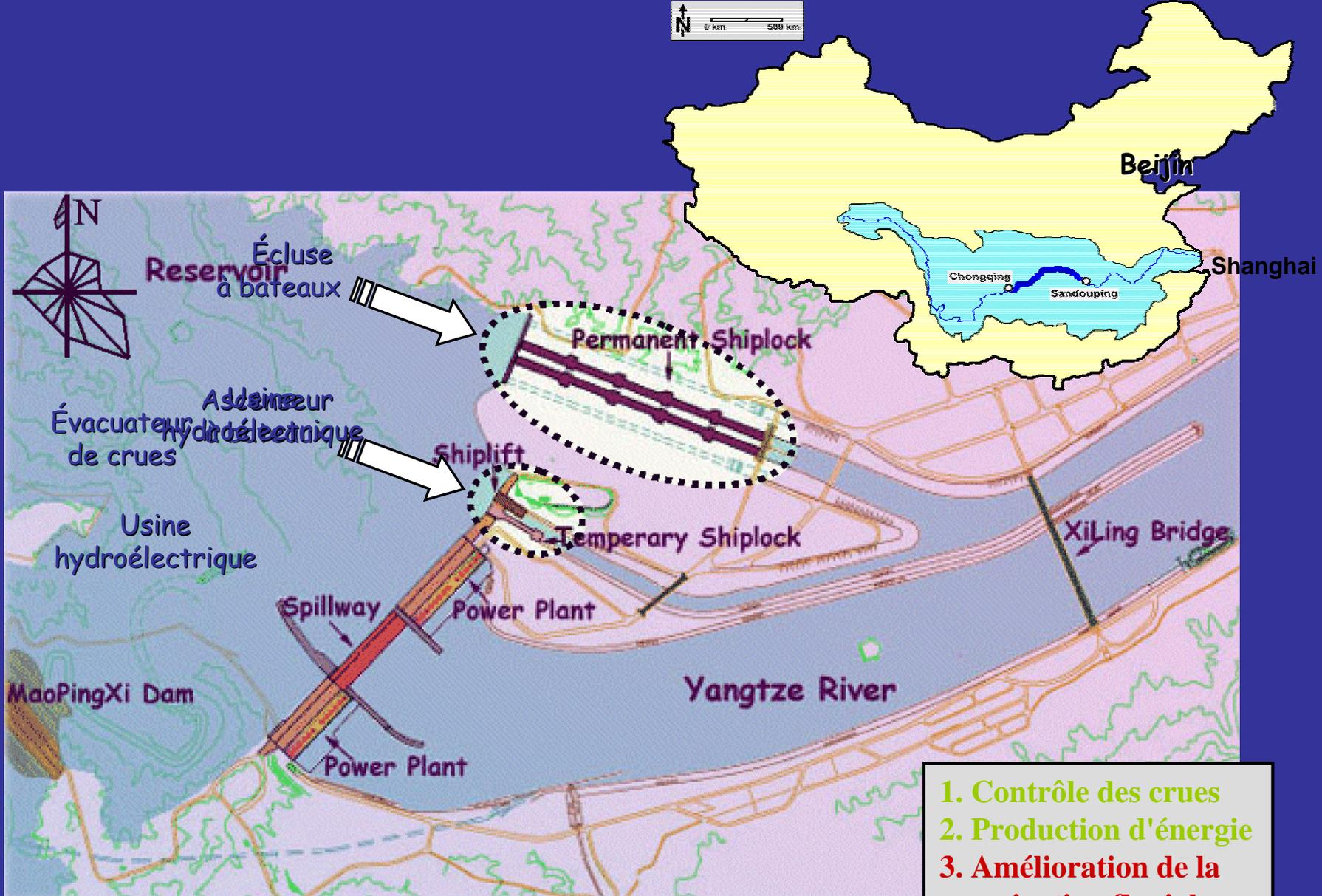
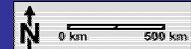
Programme de coopération

China Three Gorges Project Corporation

Centre de Géosciences
Ecole des Mines de Paris

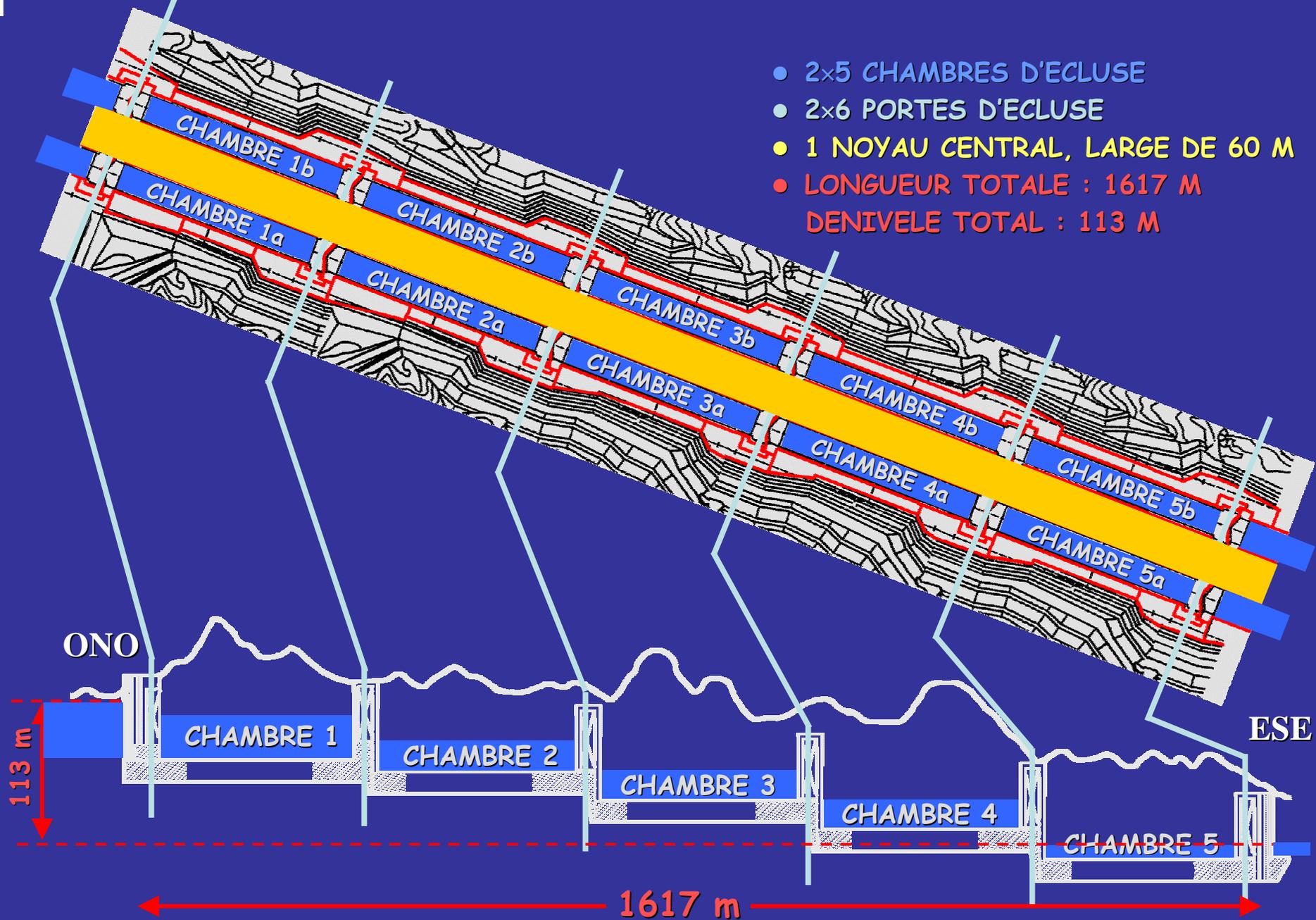


J.A. Fleurisson, R. Cojean



- 1. Contrôle des crues
- 2. Production d'énergie
- 3. Amélioration de la navigation fluviale

- 2x5 CHAMBRES D'ECLUSE
- 2x6 PORTES D'ECLUSE
- 1 NOYAU CENTRAL, LARGE DE 60 M
- LONGUEUR TOTALE : 1617 M
- DENIVELE TOTAL : 113 M



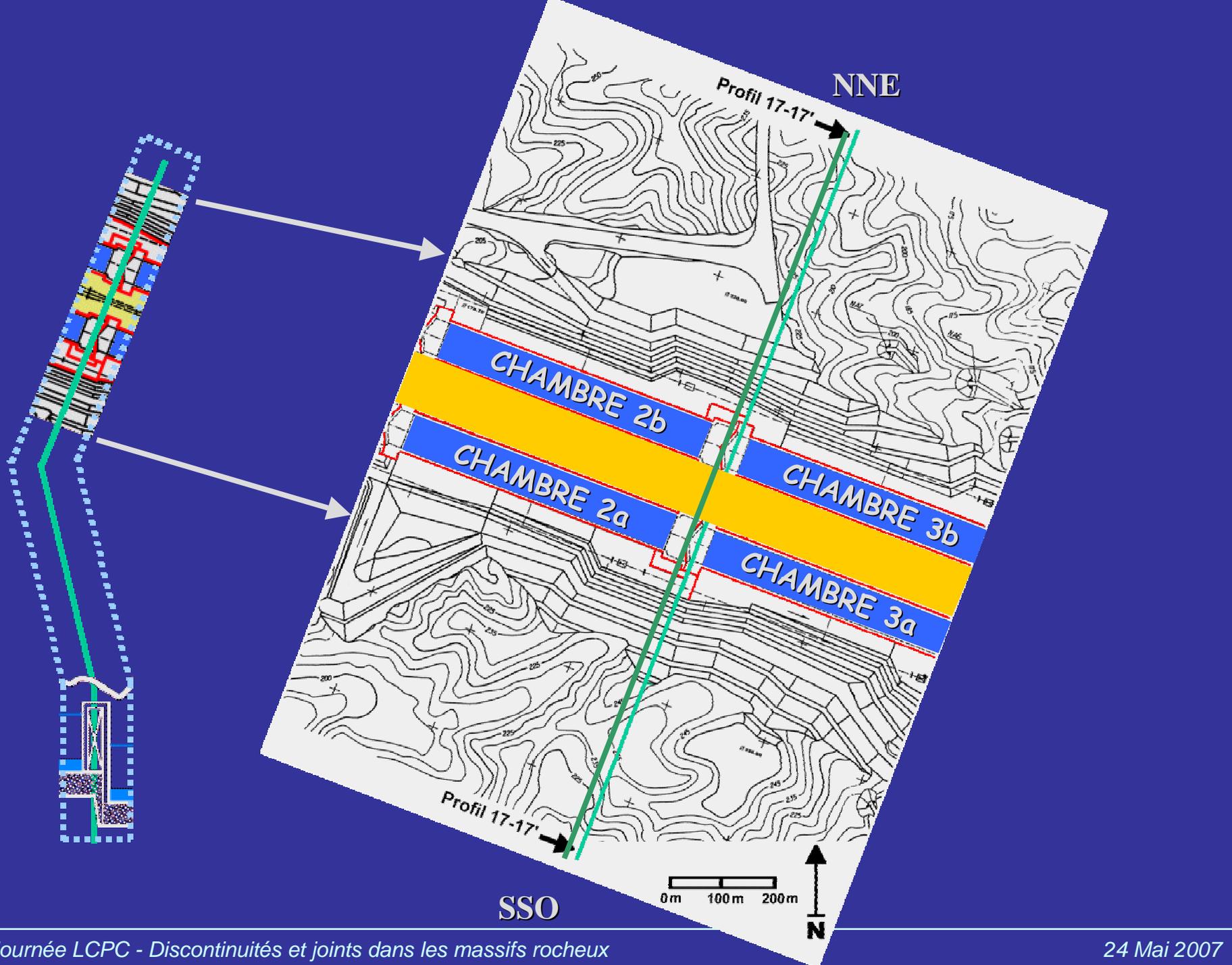
Vue aérienne du chantier des écluses à bateaux pendant leur construction en 2000



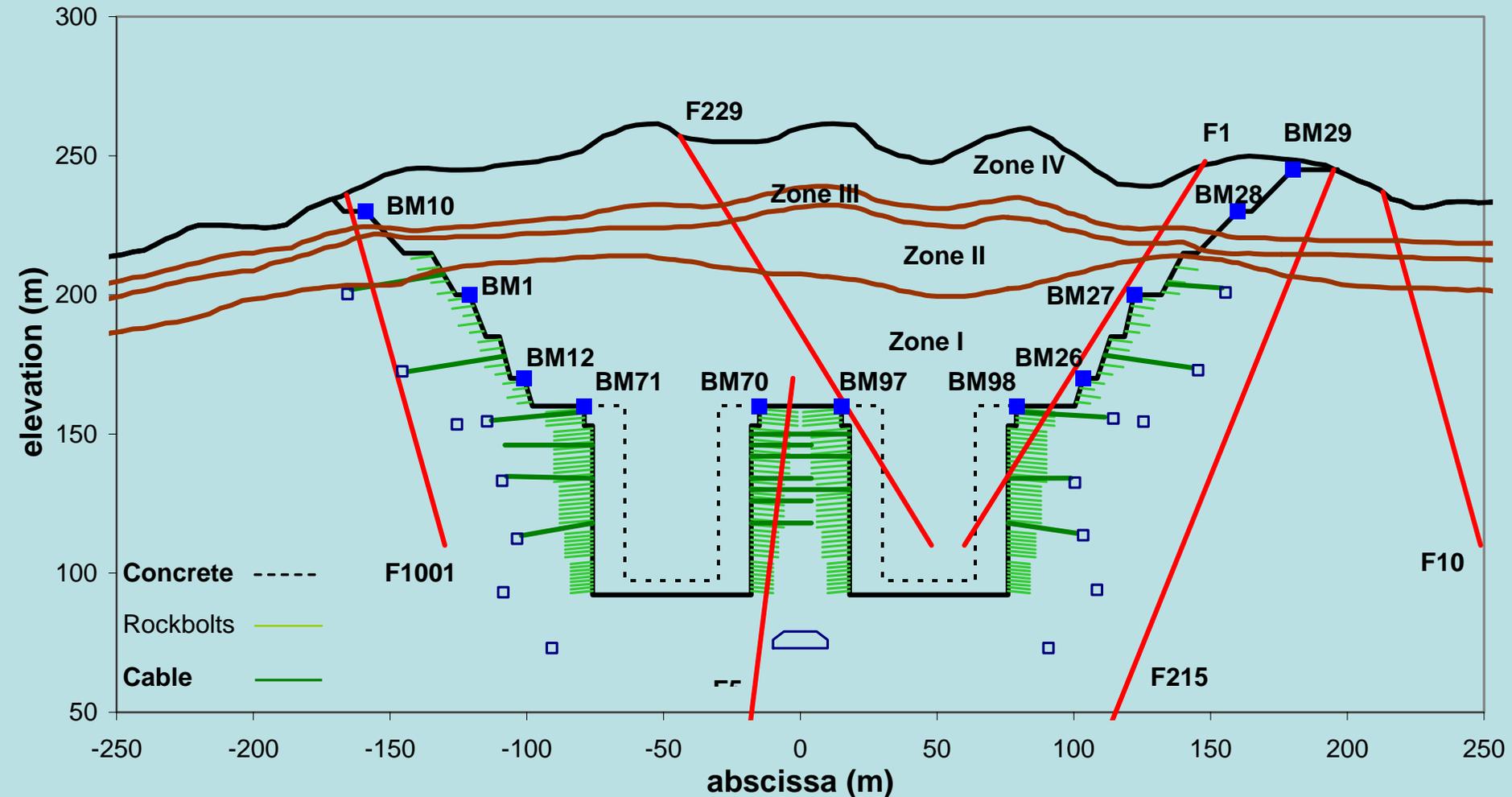
Coupe générale



Murs verticaux des chambres d'écluse



Coupe du profil 17-17' avec les failles principales, les galeries de drainage, les renforcements mécaniques et les bornes topographiques



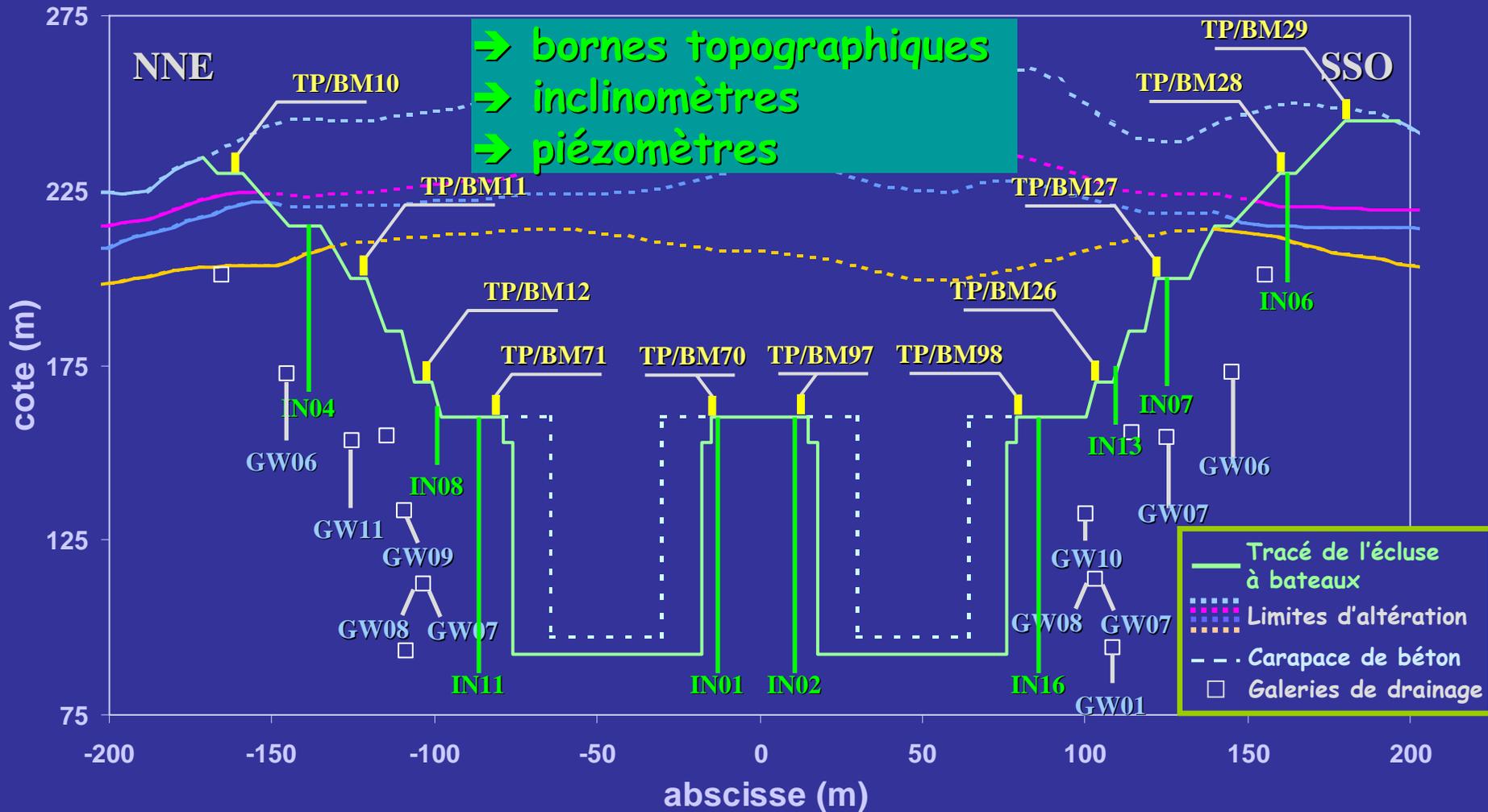
Zone IV: Arène granitique

Zone II : Granite modérément altéré

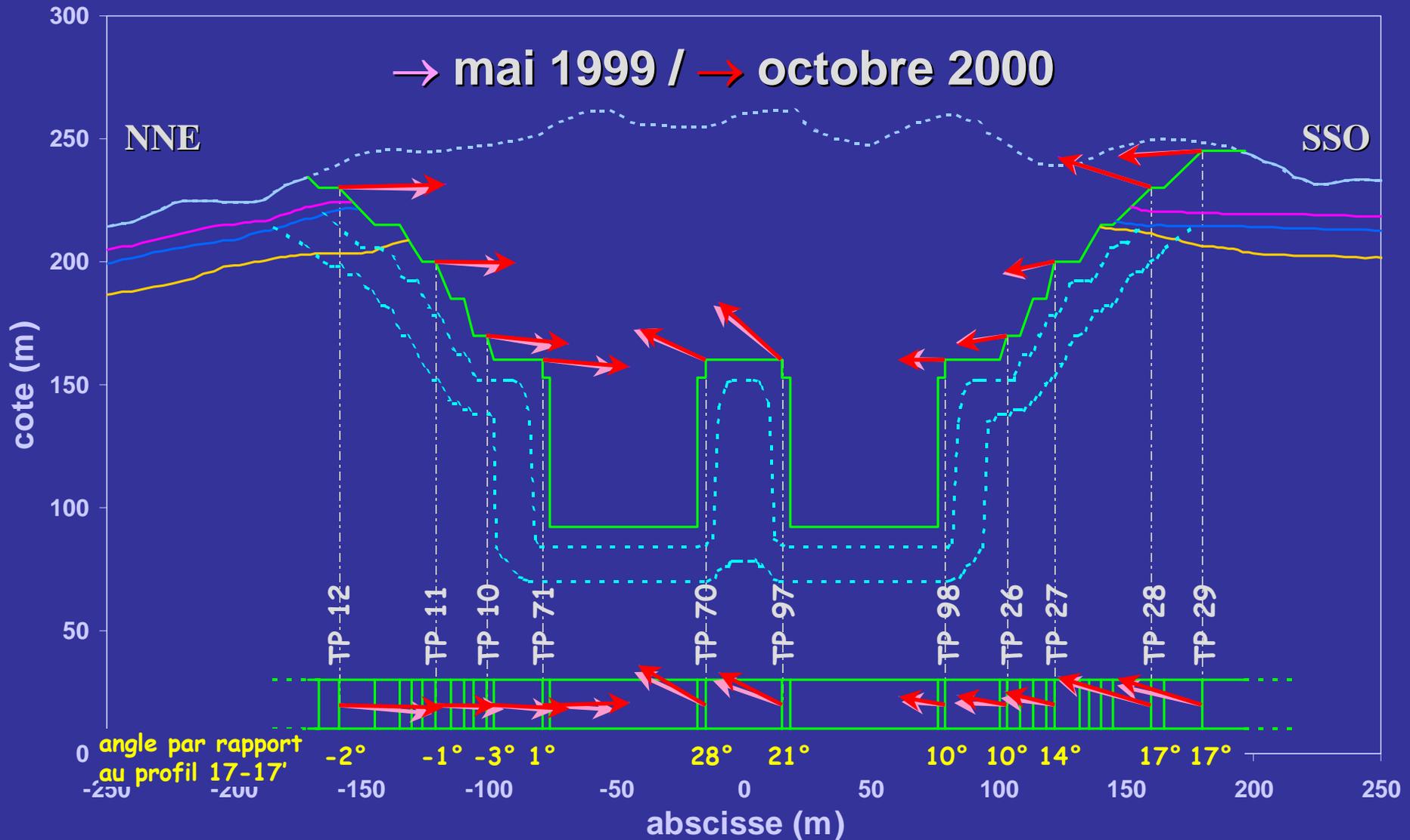
Zone III : Granite très altéré

Zone I : Granite peu altéré et granite sain

Instrumentation du profil 17-17'



Evolution des déplacements mesurés



Objectifs de la simulation numérique

Objectifs

- Analyser le comportement mécanique du massif rocheux en réponse à l'excavation de l'écluse
- Évaluer les déplacements à long terme après la fin de l'excavation

Paramètres requis

- Géologie, hydrogéologie et comportement mécaniques du massif rocheux
- Principales caractéristiques du processus d'excavation : géométrie et renforcements mécaniques

Principales difficultés

Comportement et paramètres mécaniques du massif rocheux (matrice rocheuse et discontinuités)

Milieu continu localement discontinu ou milieu discontinu ?
Modélisation 2D ou 3D ?

Principes de la simulation numérique et méthodologie utilisée



- Massif granitique sain à peu altéré
- Massif moyennement fracturé sauf à proximité de quelques failles majeures orientées plus ou moins parallèlement à l'axe des écluses

Ap
Mc



Méthodologie retenue

- Construire des modèles
- Comparer les résultats aux mesures d'instrumentation
- Ajuster progressivement les modèles

Étapes progressives de la simulation numérique

Analyses paramétriques préliminaires

Influence de la taille de la grille et des conditions aux limites sur les résultats des calculs

Modèles numériques

- **Modèle continu** Modèle 2c-MC
- Modèle continu prenant en compte les **aspects discontinus du massif rocheux** (discontinuités et failles majeures) Modèle 2c-HB2
Modèle 2d-HB2
- Modèle continu prenant en compte les **aspects discontinus du massif rocheux** (discontinuités et failles majeures) et le **renforcement mécanique** Modèle 2e-HB2
Modèle 2f-HB2
- **Modèle visqueux** (comportement dépendant du temps) Modèle 2f-BU20
Modèle 2f-BU40

Maillage utilisé pour les modèles numériques

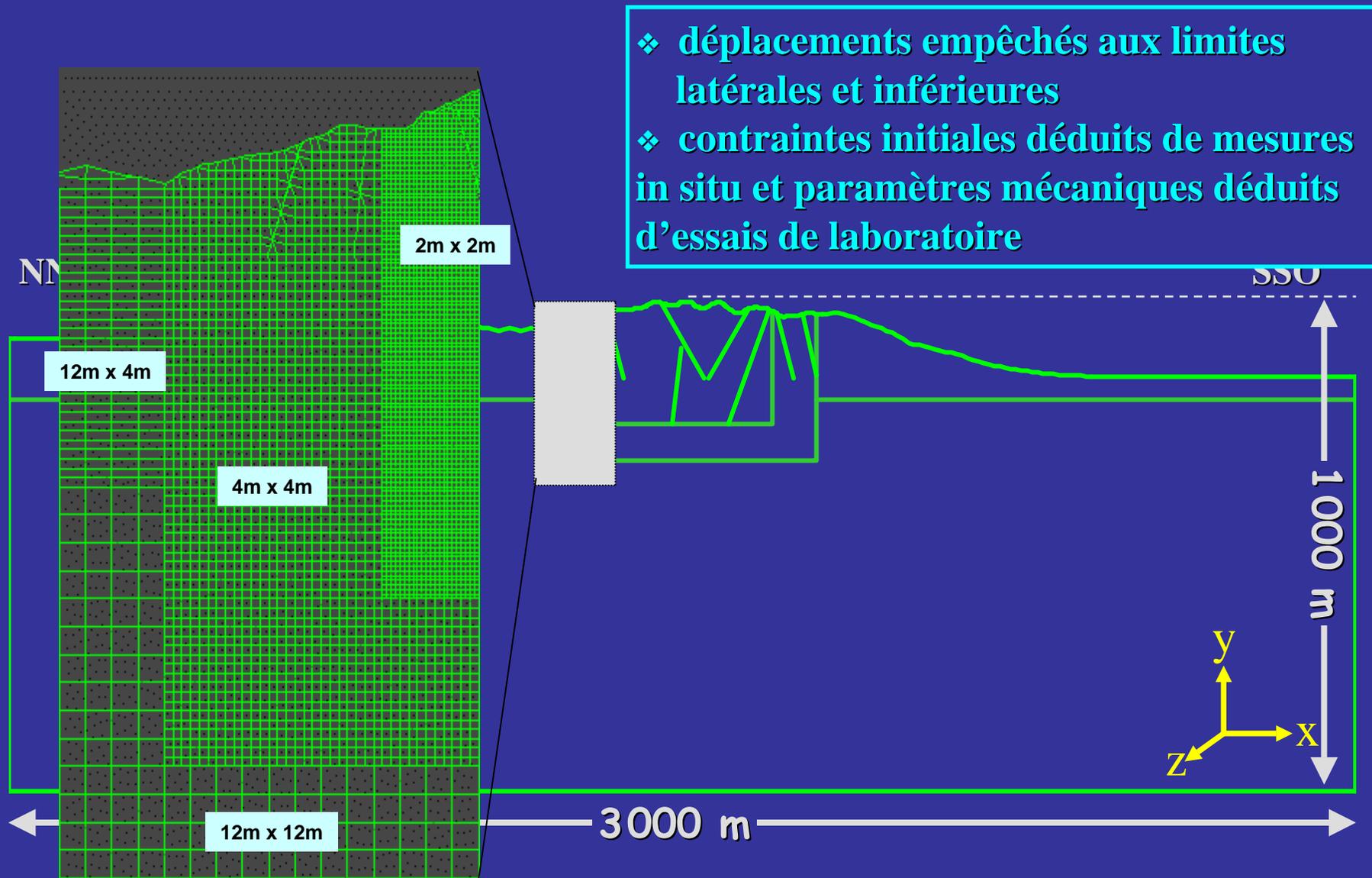
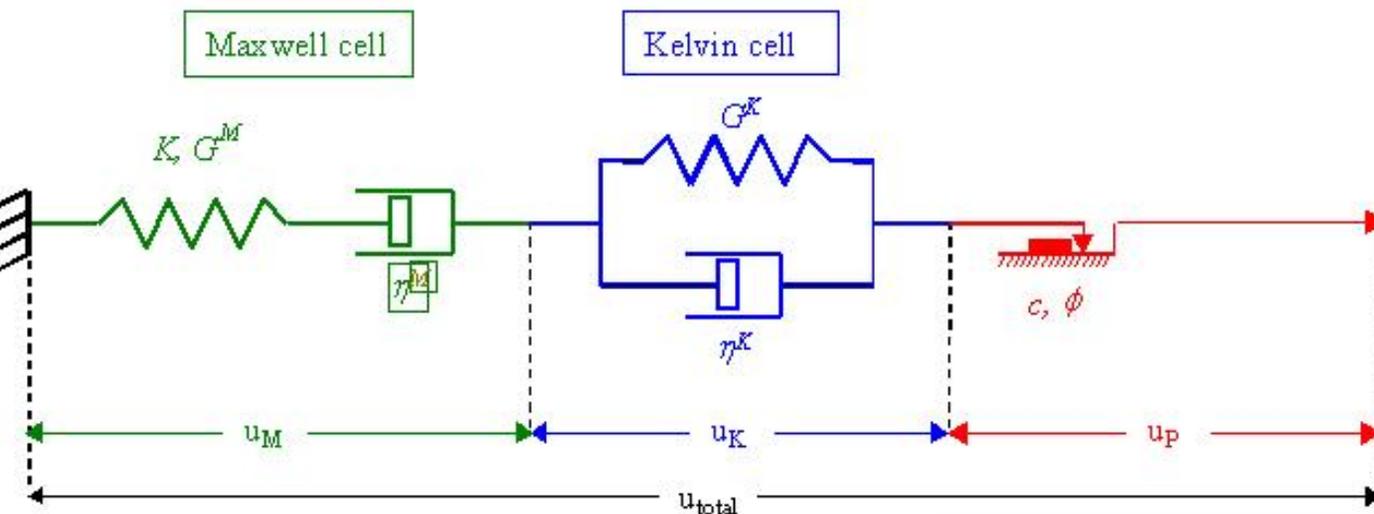


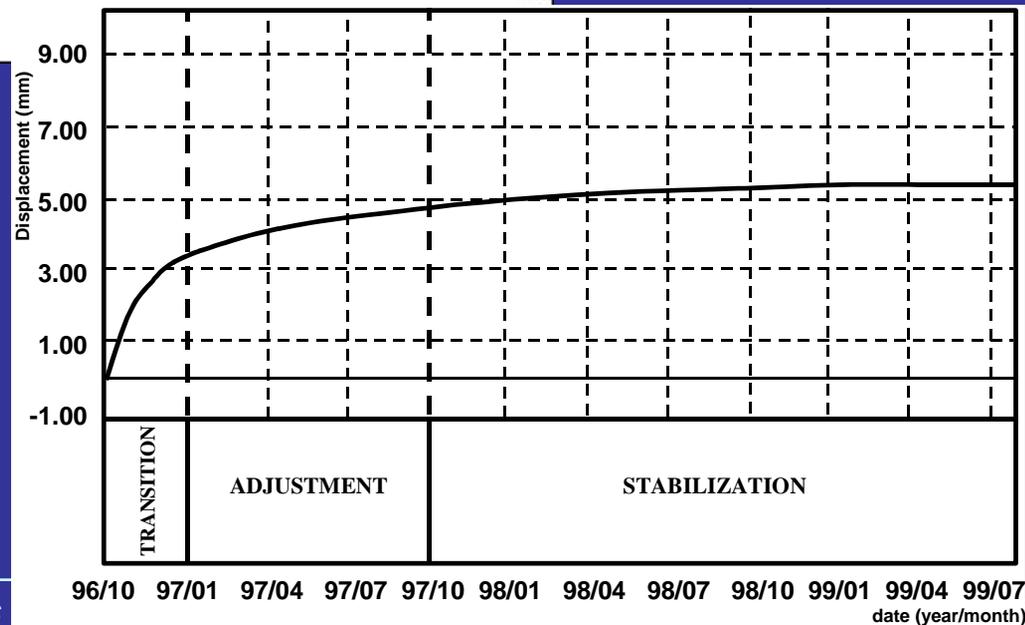
Schéma du modèle visco elasto plastique de Burger

Burger model (visco elastic constitutive law)

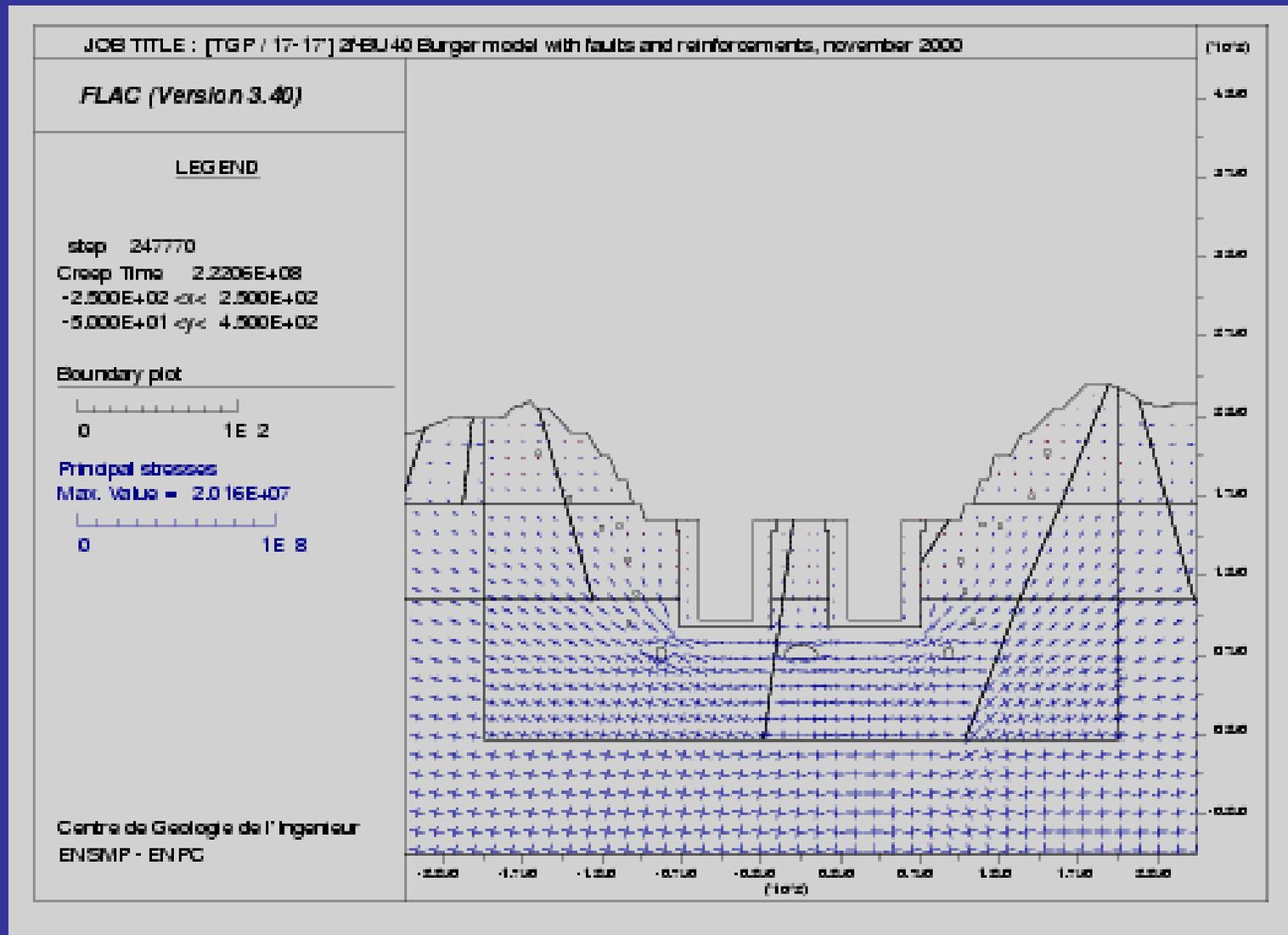
Mohr Coulomb model
(Plastic constitutive law)



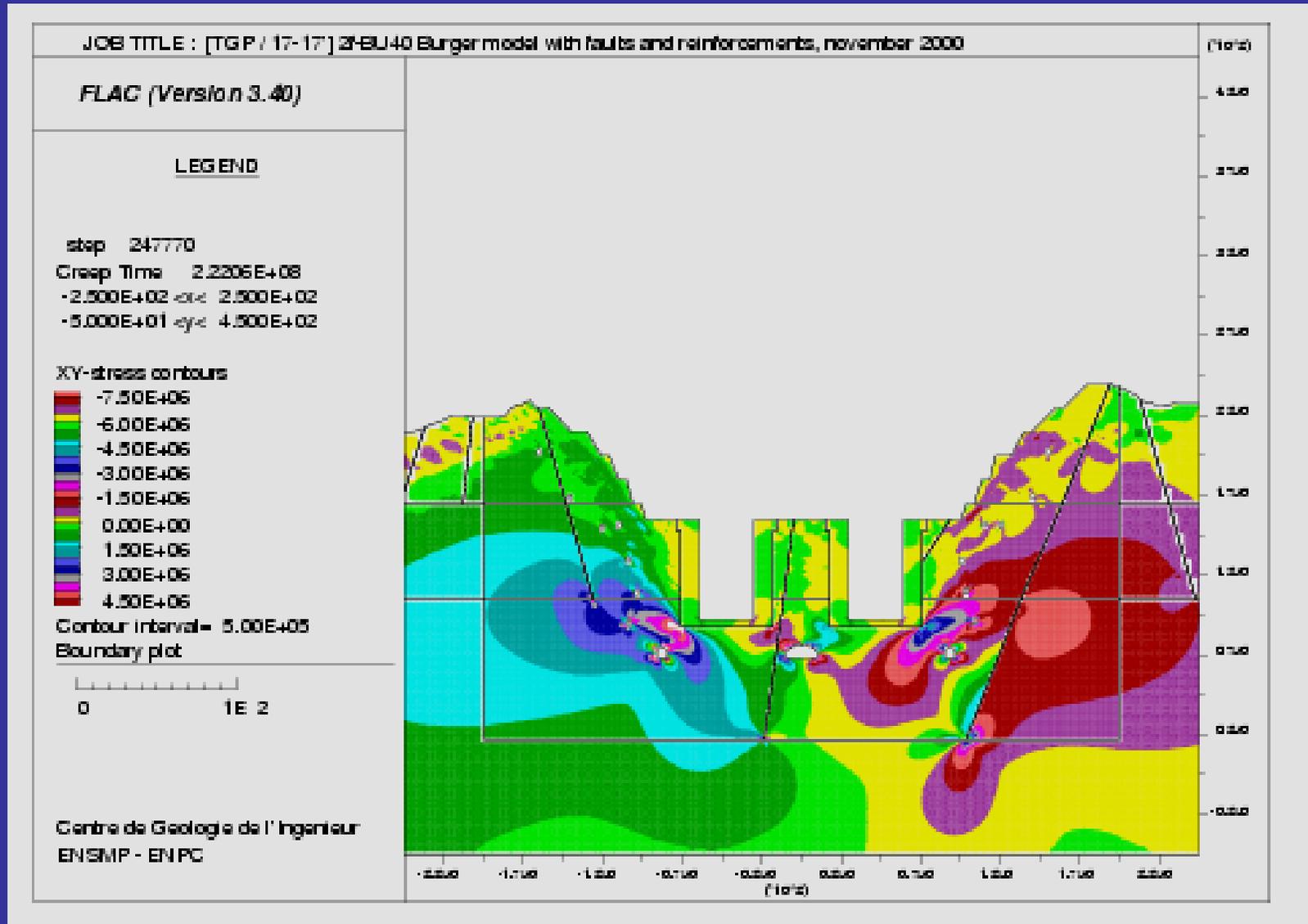
Déplacement de la borne TP14GP04
après la fin de l'excavation de
l'écluse temporaire
(d'après Chen Deji, 1999)



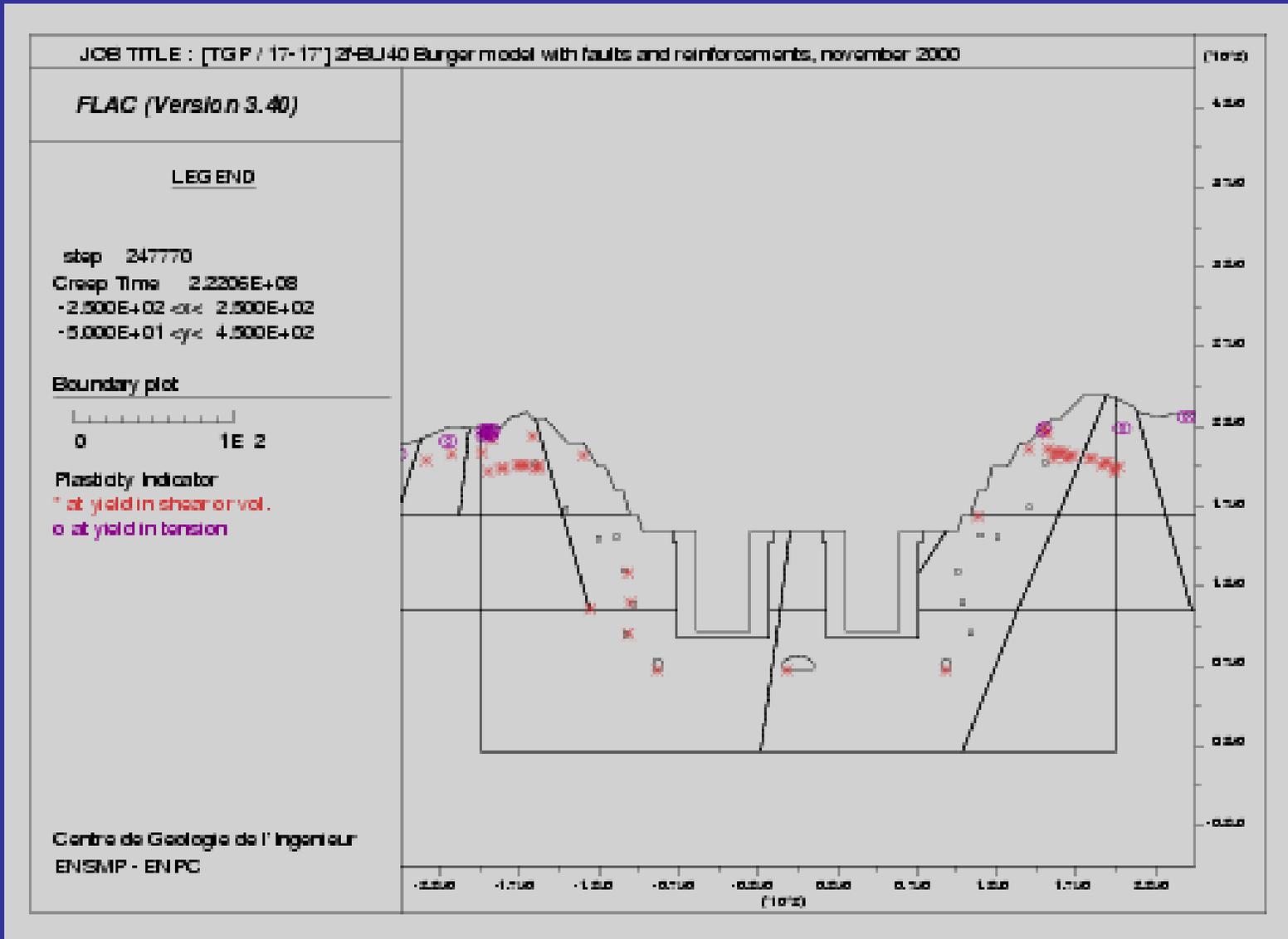
Modèle de Burger : distribution des contraintes



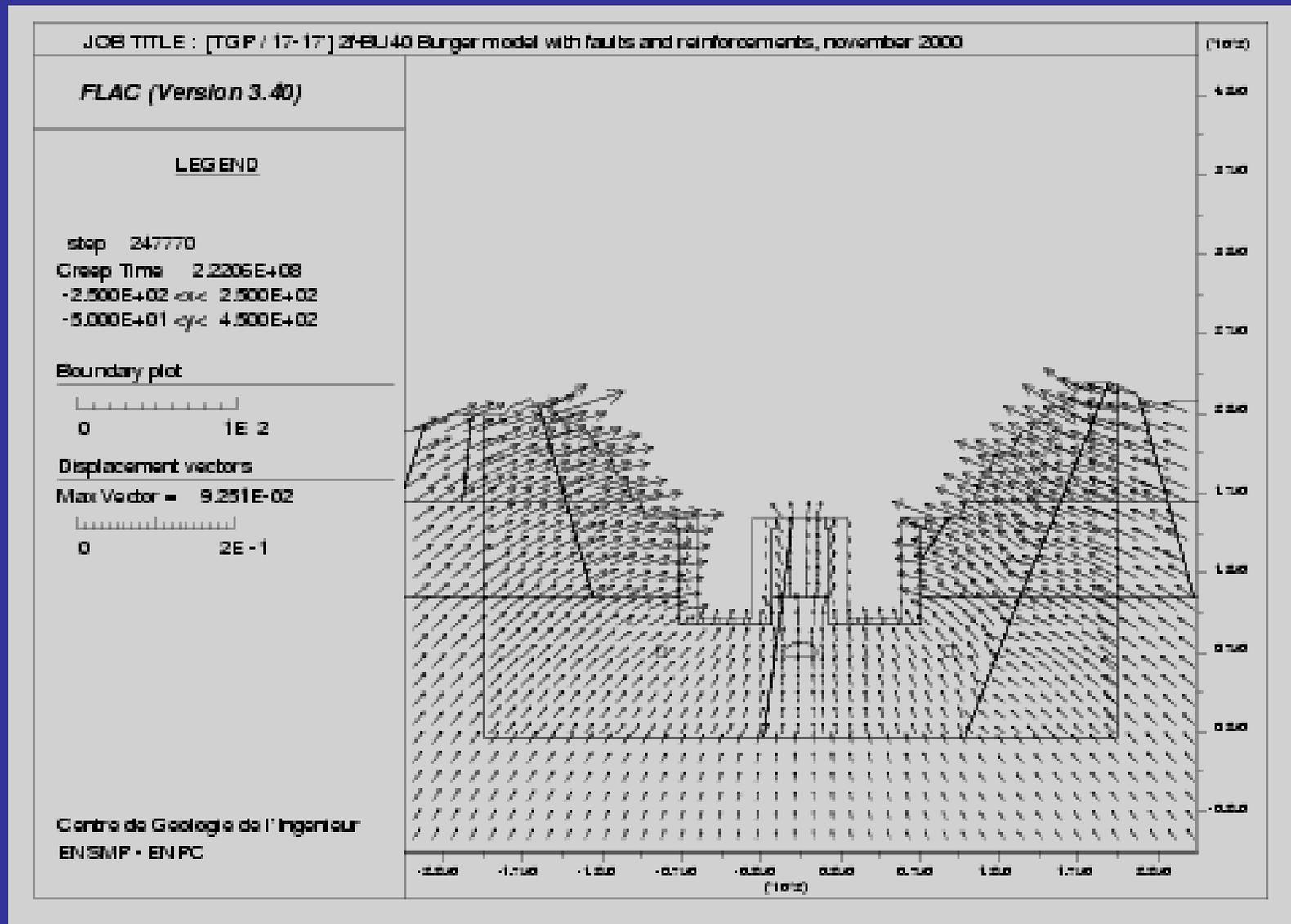
Modèle de Burger : distribution des contraintes de cisaillement S_{xy}



Modèle de Burger : Indices de plasticité

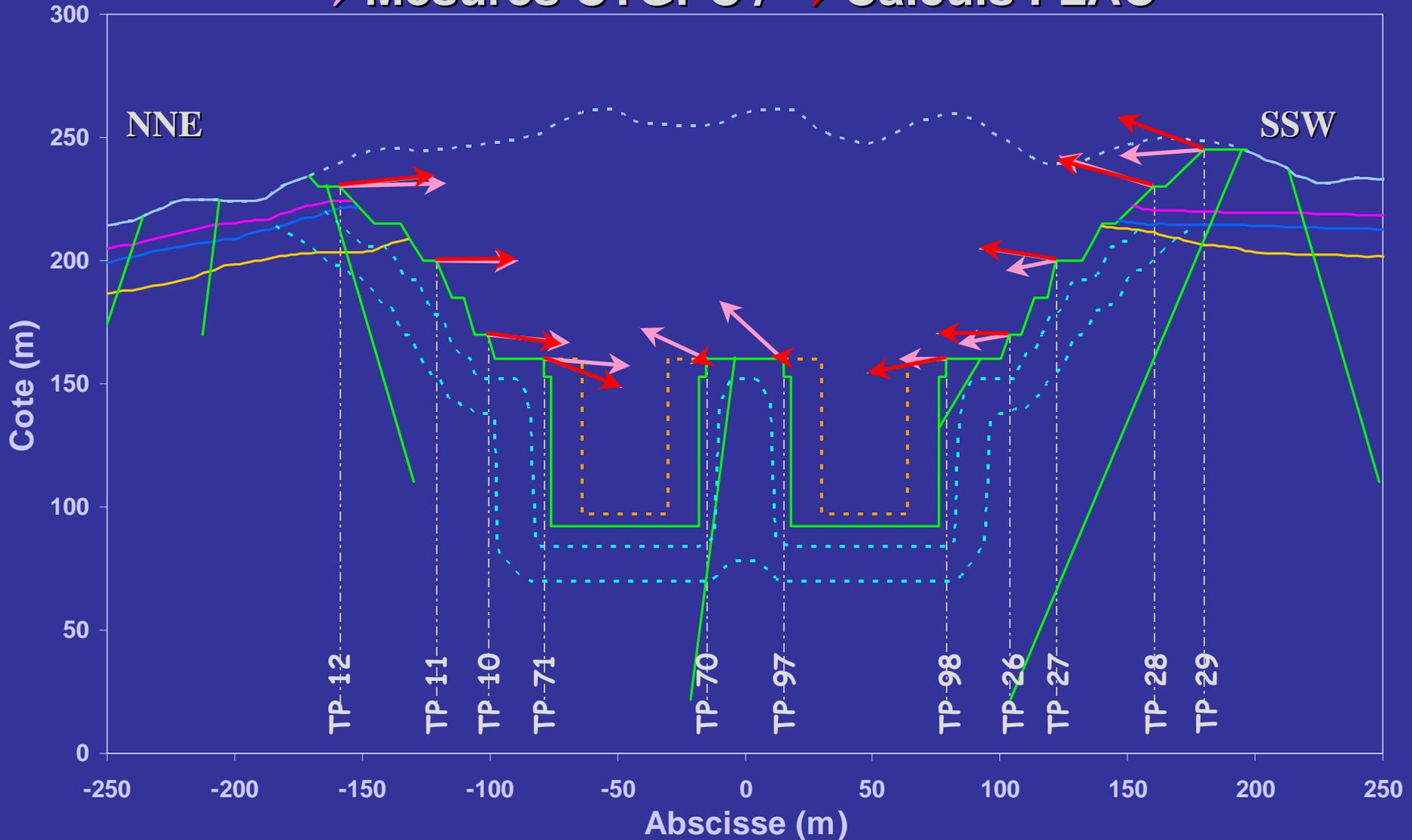


Modèle de Burger : vecteurs déplacements

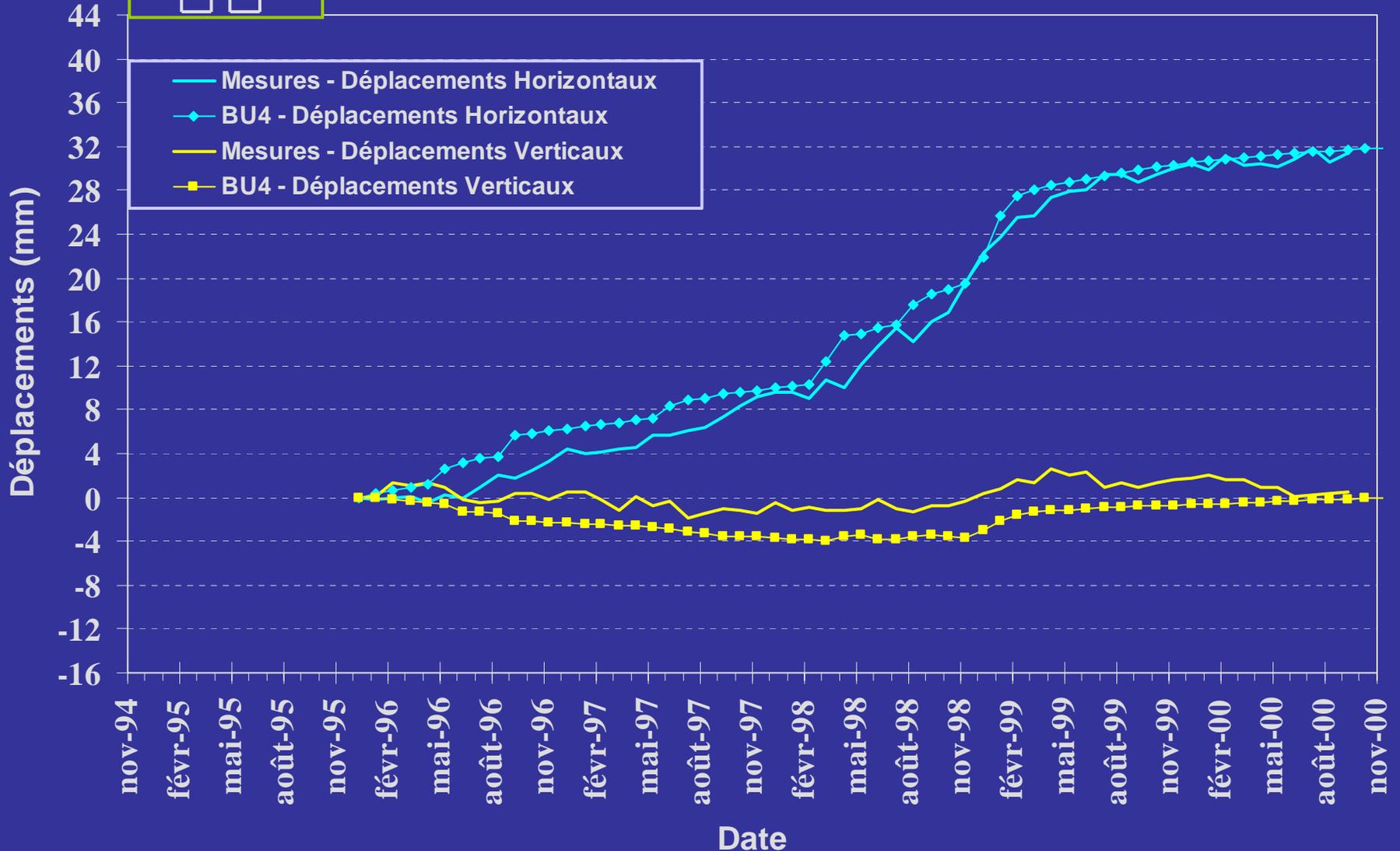
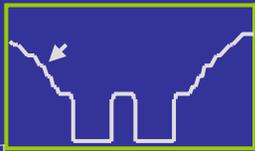


Modèle de Burger : déplacements en octobre 2000

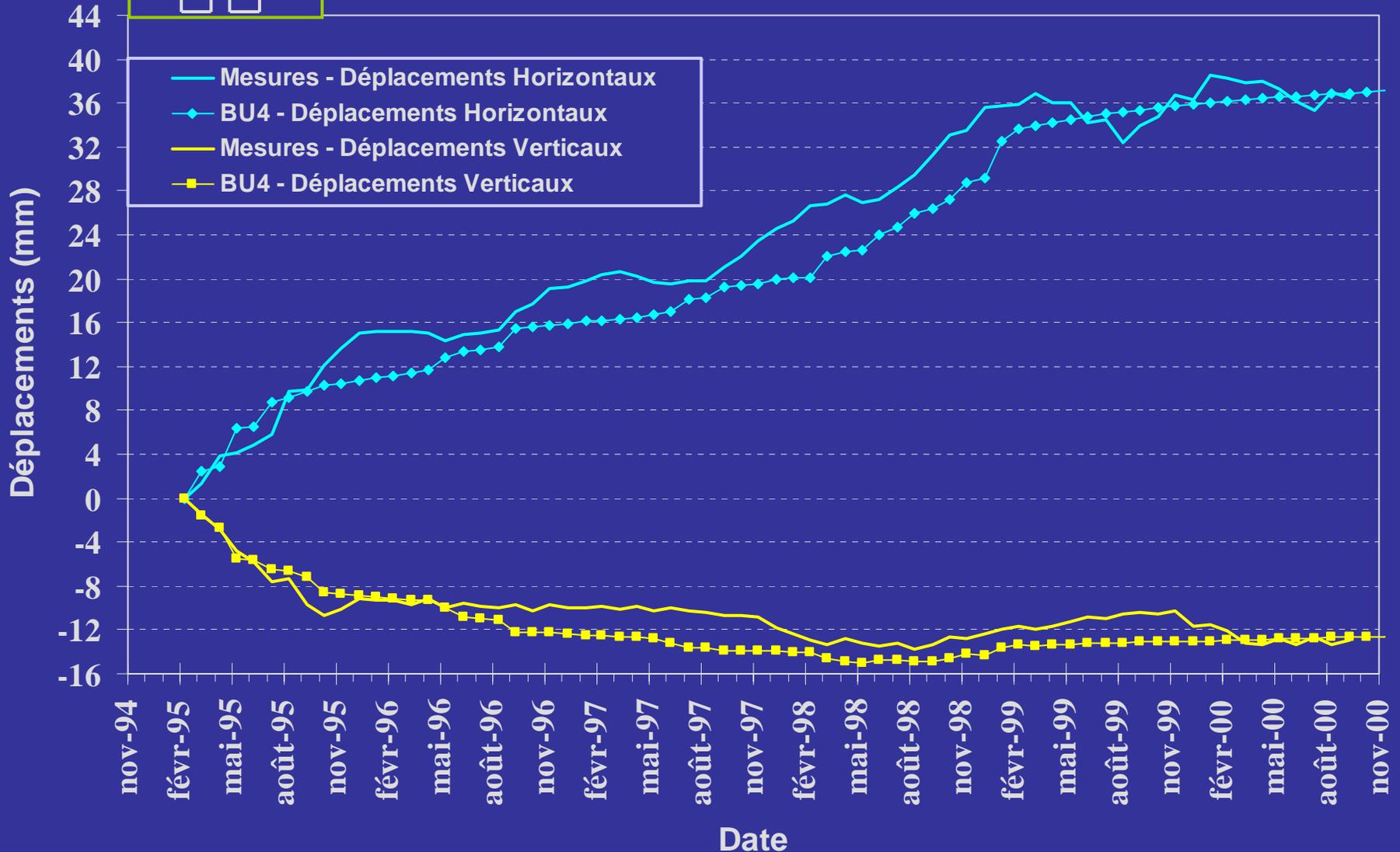
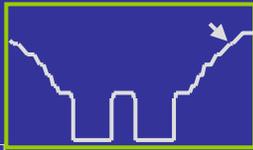
→ Mesures CTGPC / → Calculs FLAC



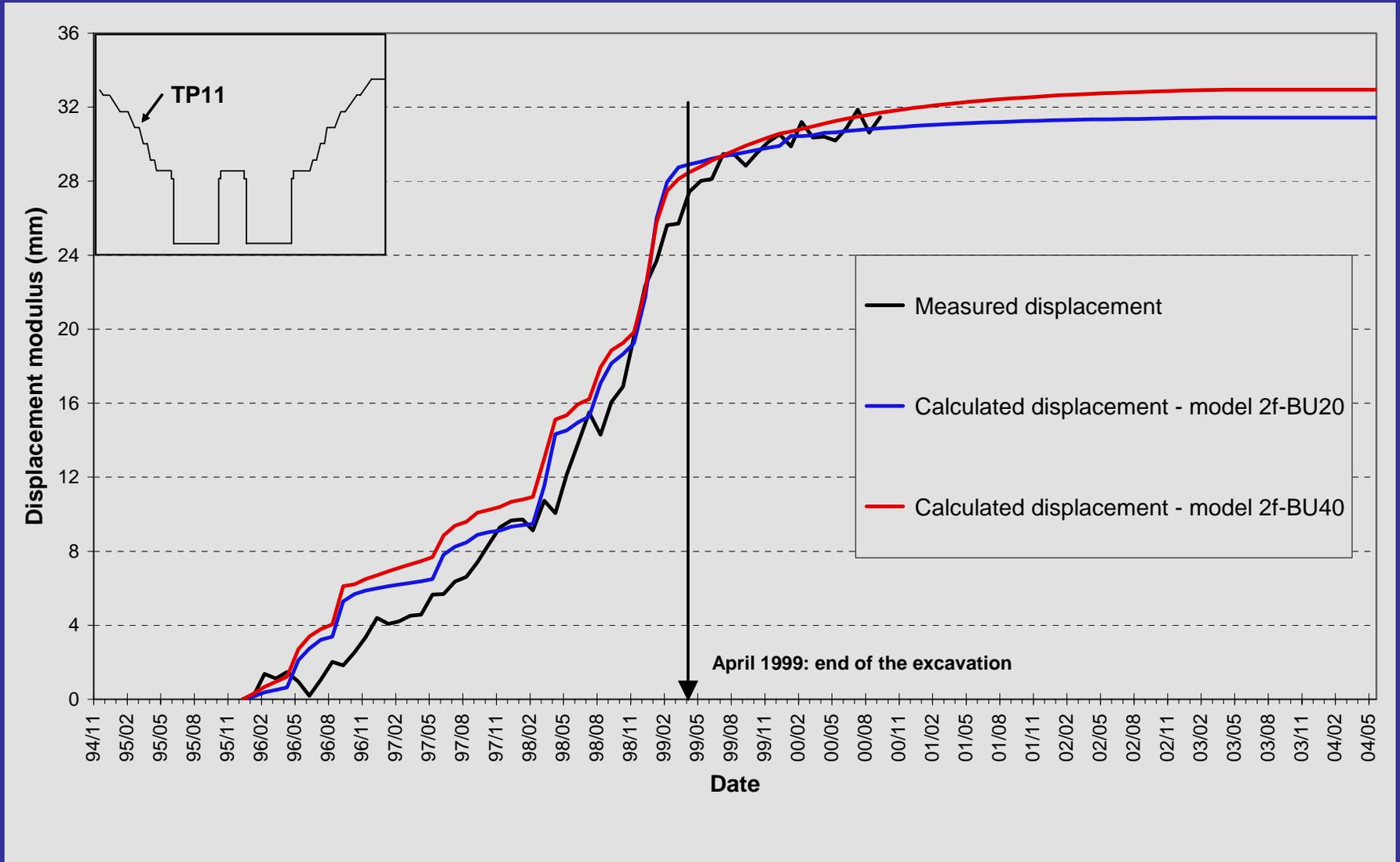
Modèle de Burger : déplacements sur le versant nord (borne TP11)



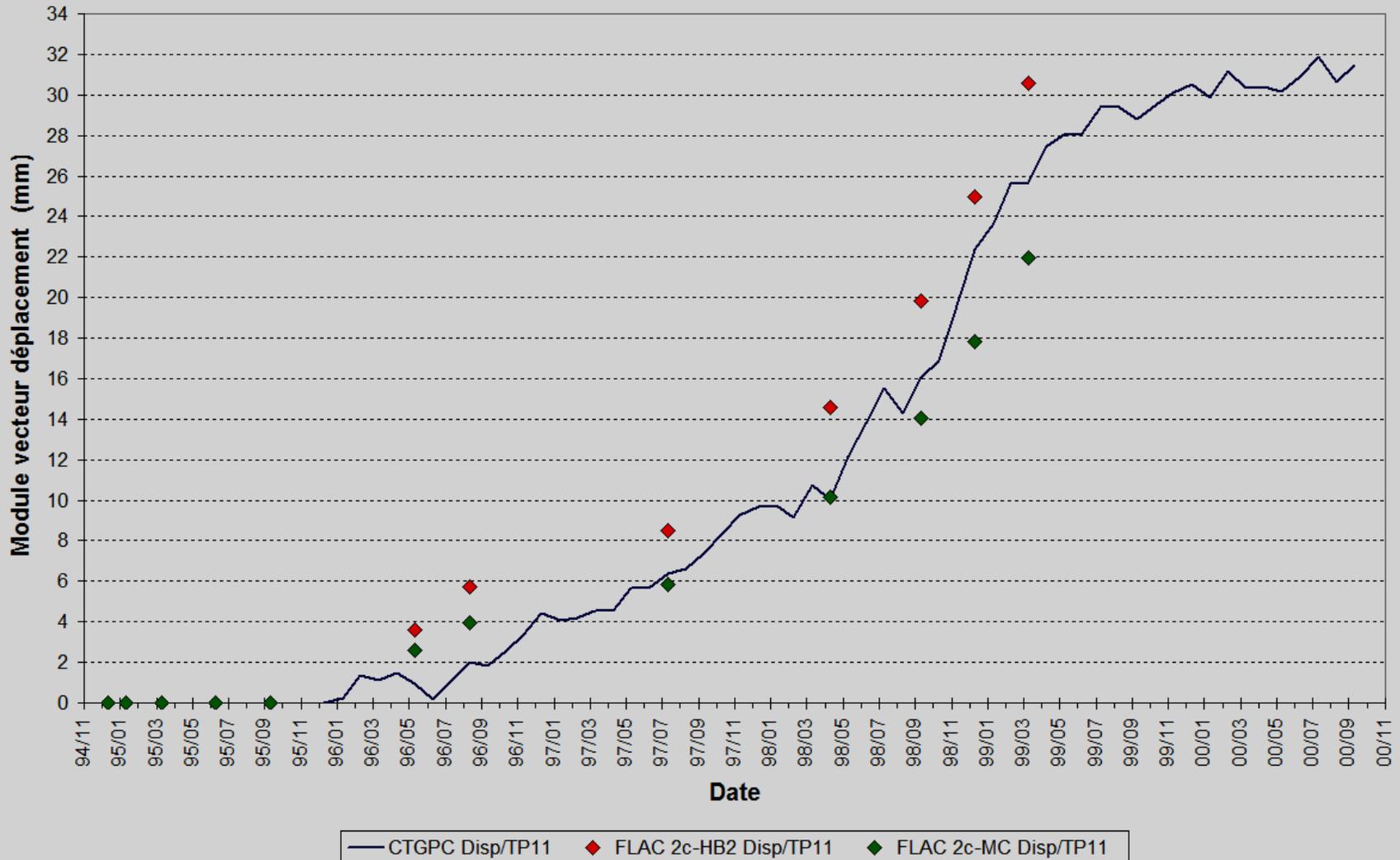
Modèle de Burger : déplacements sur le versant sud (borne TP28)



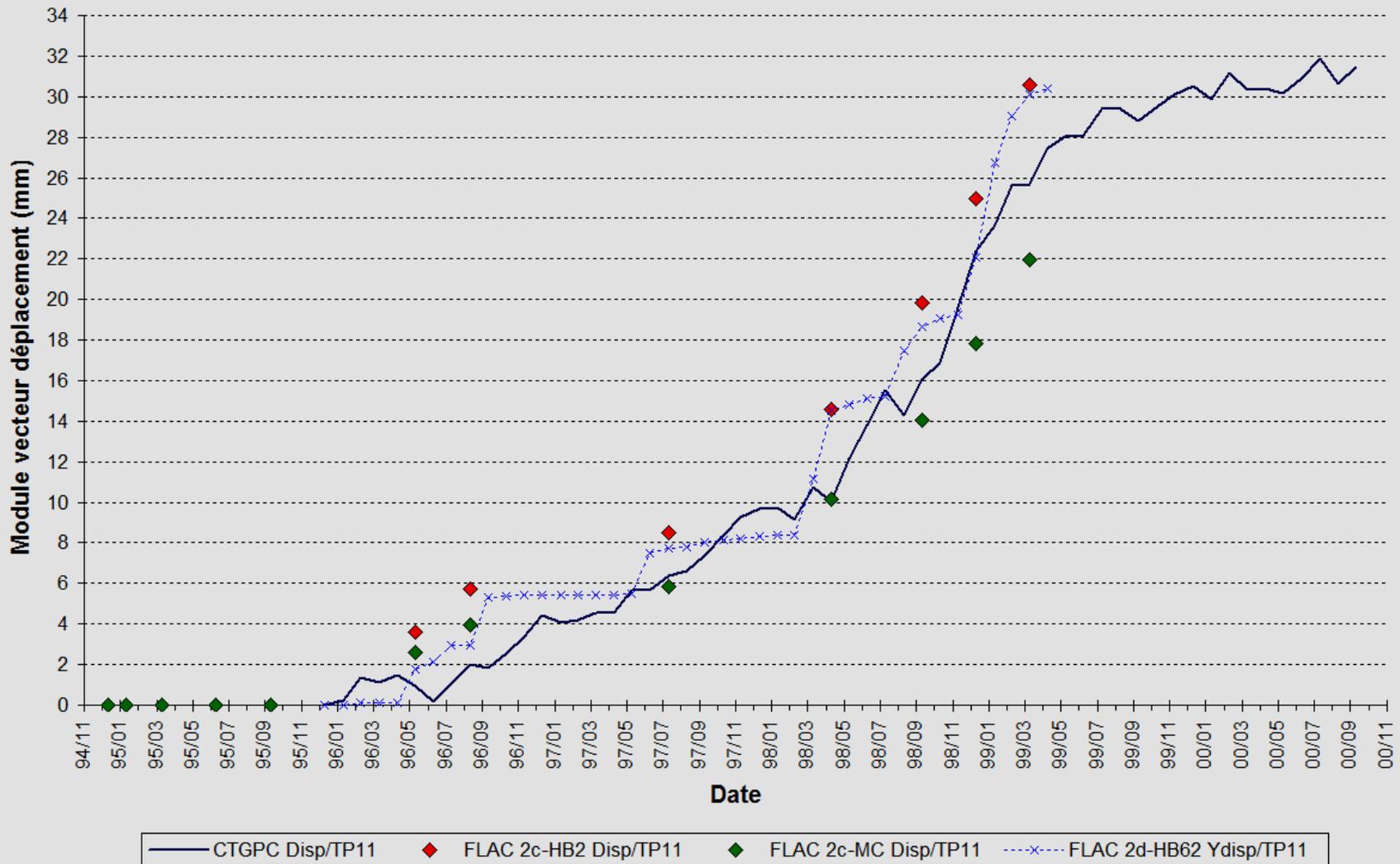
Modèle de Burger : Déplacements à long terme sur le versant Nord (borne TP11)



Comparaison: Modèles Mohr Coulomb et Hoek-Brown



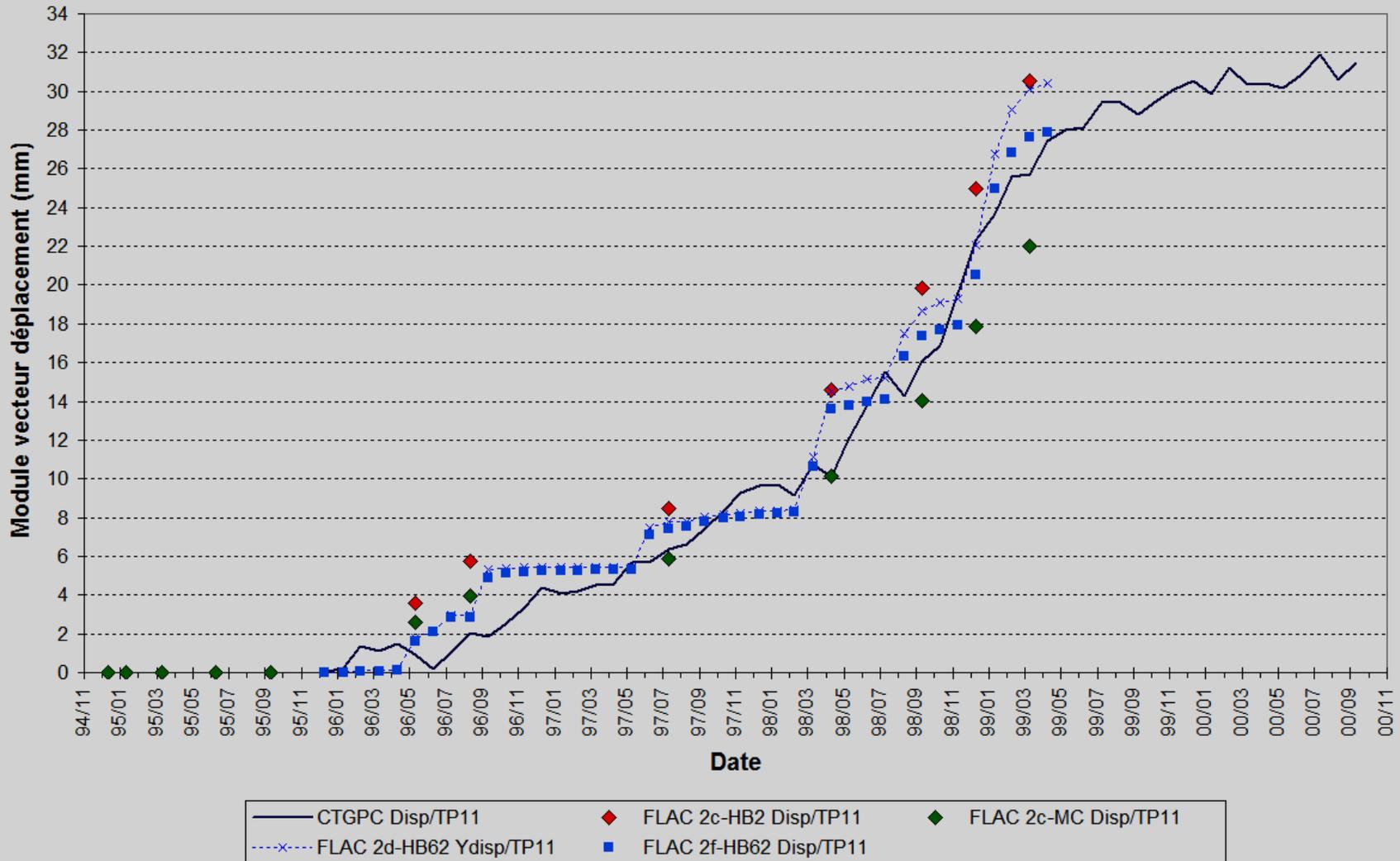
Comparaison: Modèles Mohr Coulomb, Hoek-Brown et Hoek-Brown avec failles majeures



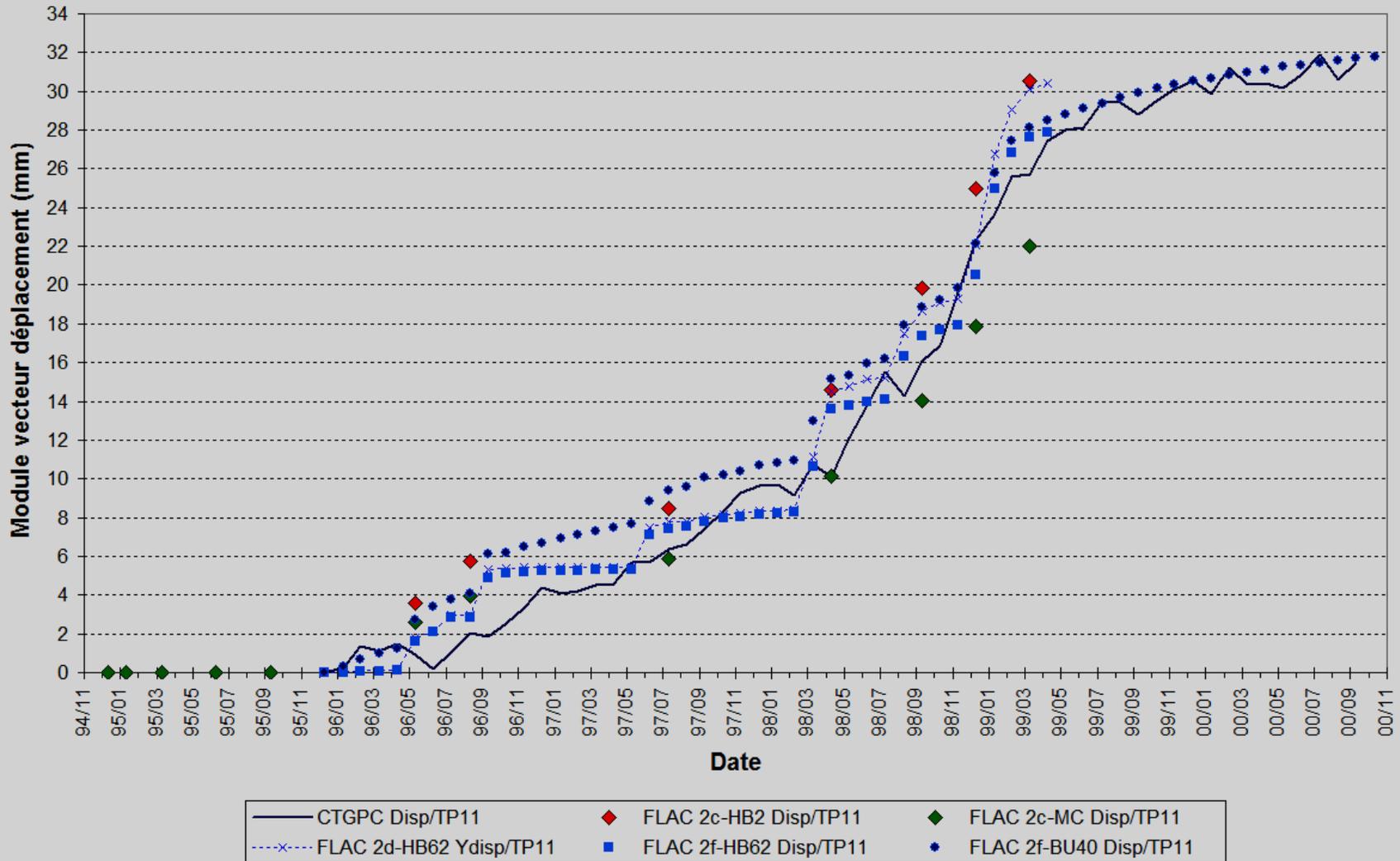
Comparaison: Modèles Mohr Coulomb, Hoek-Brown

Hoek-Brown avec failles majeures

Hoek-Brown avec failles majeures et renforcements mécaniques



Comparaison: Modèles Mohr Coulomb, Hoek-Brown HB avec failles majeures, HB avec renforcements mécaniques et elasto visco plastique Burger avec béton



Conclusions

- L'évaluation des déformations à long terme en réponse à des excavations dans les massifs rocheux à géologie complexe représente un enjeu de première importance pour les problèmes de géologie de l'ingénieur et de mécanique des roches et ne peut être obtenue que par la modélisation numérique
- La mise en oeuvre de tels modèles requiert de nombreuses données relatives à la géologie, l'hydrogéologie et principalement le comportement mécanique du massif rocheux
- Les essais classiques de laboratoire ou même in-situ ne peuvent pas rendre compte de manière exhaustive du comportement mécanique du massif rocheux, en particulier de son comportement à long terme qui fait intervenir des paramètres mécaniques dépendant du temps, à la fois de la matrice rocheuse et des discontinuités
- La méthodologie présentée ici, basée sur la construction de modèles de complexité croissante prenant en compte progressivement les caractéristiques géomécaniques du massif rocheux et les mesures issues de l'instrumentation, constitue certainement la solution la plus appropriée pour obtenir les résultats les plus réalistes possible