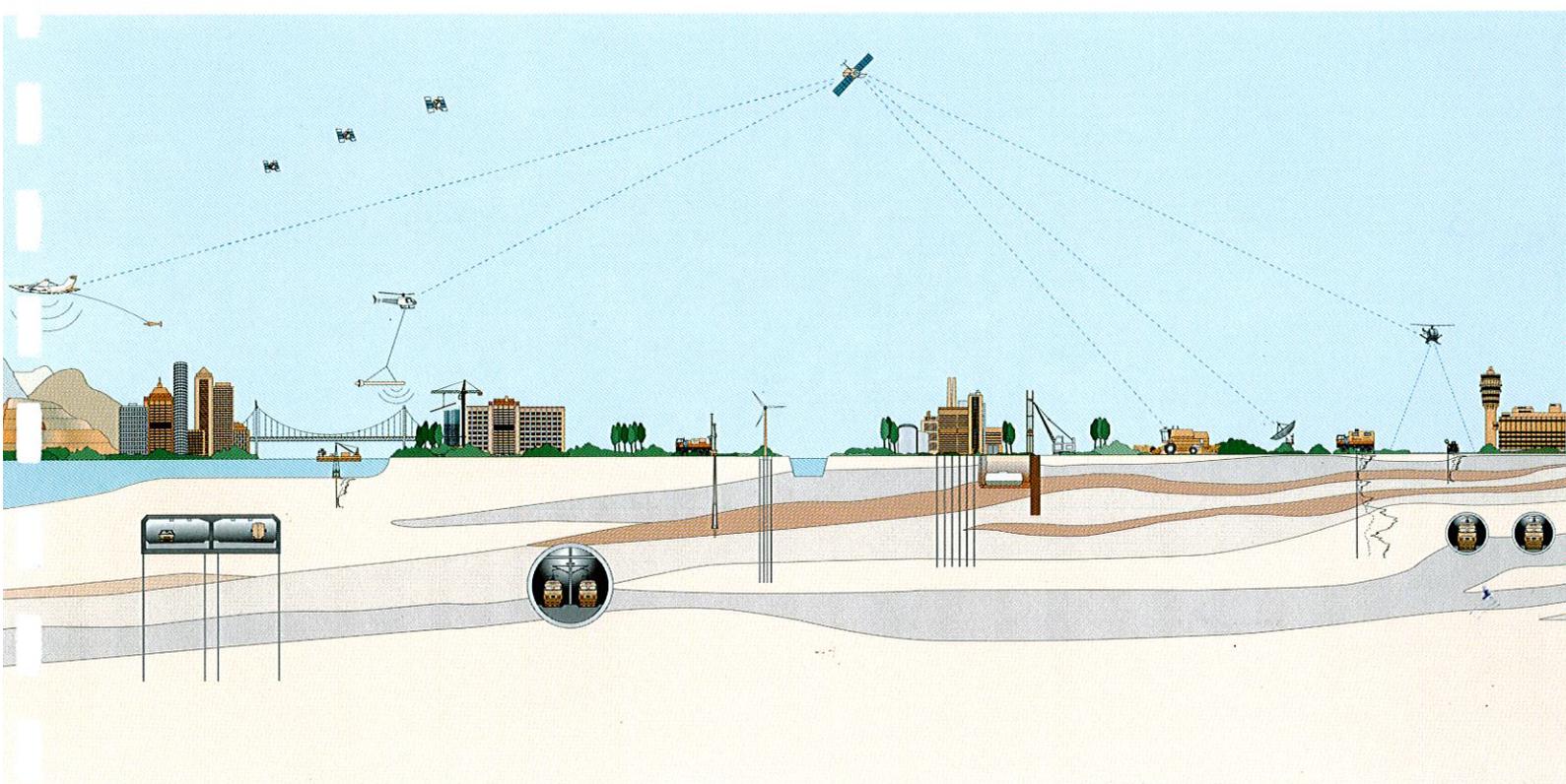


**THEZIERS - 30  
RETENUE SUR LE BRIANCON**

**ETUDE GEOTECHNIQUE**

**Mission G0 + G12 (NF P94-500)**





**THEZIERS - 30  
RETENUE SUR LE BRIANCON**

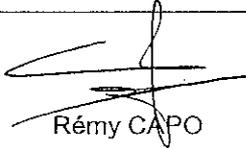
**ETUDE GEOTECHNIQUE**

**Mission G0 + G12 (NF P94-500)**

**RAPPORT N° 14M RC 576-B I1G**

Client:

S.I.A DU BRIANCON  
MAIRIE  
1 place de la Mairie  
30390 THEZIERS

A	27 novembre 2002	 Rémy CAPO	 Catherine JACQUARD	
Indice	Date	Rédigé par	Contrôlé par	

## SOMMAIRE

1.	SITUATION – GEOLOGIE GENERALE	1
2.	ORGANISATION DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE	1
3.	RESULTATS DES SONDAGES COMPLEMENTAIRES	2
4.	RESULTATS DES ANALYSES EN LABORATOIRE	3
5.	ETUDE DE FAISABILITE GEOTECHNIQUE	4
5.1.	NATURE DES MATERIAUX EXTRAITS ET POSSIBILITES DE REEMPLOI	4
5.2.	CAPACITE PORTANTE DES TERRAINS EN PLACE ET ESTIMATION DES TASSEMENTS	5
5.3.	STABILITE DE L'OUVRAGE VIS A VIS DU GRAND GLISSEMENT	5
5.3.1.	Hypothèses géotechniques et méthode de calcul	5
5.3.2.	Géométrie	6
5.3.3.	Résultats des calculs	6
5.3.4.	Avis sur les résultats obtenus	6
5.4.	SUJETIONS D'EXECUTION	6

### ANNEXES

Plan d'implantation	9
Sondages géologiques	10 - 14
Résultats d'essais de laboratoire	15 - 28
Calcul TALREN	29 - 33
Extrait norme NF P 94-500 de juin 2000 (classification des missions géotechniques)	34 - 35

Le présent rapport concerne les travaux de reconnaissance de sol et l'étude de faisabilité géotechnique que nous avons réalisés dans le cadre de la création d'une retenue sur le Briançon à l'amont du village de THEZIERES.

Cette étude a été effectuée à la demande de la DDAF -- 1120 route de St Gilles -- Mas de l'Agriculture -- B.P. 78215 -- 30942 NIMES Cedex 2 et pour le compte du **S.I.A DU BRIANÇON - MAIRIE - 1 place de la Mairie - 30390 THEZIERES**.

Selon la norme NF P94-500 de juin 2000 (extrait fourni en annexe), cette mission est de type G0 (*Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques*) + G12 (*Etude de faisabilité des ouvrages géotechniques*).

Les documents qui nous ont été fournis sont :

- Un extrait de l'étude préliminaire concernant la définition de la digue,
- Un plan topographique du projet au 1/1000°.

Le présent rapport vient compléter le rapport du 8 février 2002, relatif à l'étude préliminaire de faisabilité géotechnique.

## 1. SITUATION - GEOLOGIE GENERALE

Le projet prévoit la construction d'une retenue sur le Briançon à environ 1 km en amont du village de THEZIERES.

Cet aménagement implique la création d'une digue de 2.8 m de hauteur par rapport au terrain naturel actuel (TNA) et un surcreusement de 2.2 m en amont de cette digue.

La longueur de la digue atteindra 340 m.

D'un point de vue géologique, la vallée concernée par le projet est située au sein de formations marines du Pliocène inférieur (faciès Plaisancien) constituées d'argiles gris-bleu.

## 2. ORGANISATION DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE

Compte-tenu des résultats de l'étude préliminaire de faisabilité géotechnique, des reconnaissances complémentaires se sont avérées nécessaires.

Nous avons donc réalisé 4 sondages au tracto-pelle (F21 à F24) afin de procéder à des prélèvements d'échantillons remaniés et intacts du terrain en place.

Sur ces échantillons, nous avons mené les analyses en laboratoire suivantes :

- ⇒ 3 essais de perméabilité sur des échantillons recompressés à la teneur en eau et densité de l'Optimum Proctor Normal.
- ⇒ 2 essais triaxiaux de type CU+u afin de déterminer les caractéristiques géomécaniques d'une éprouvette de matériau compacté (angle de frottement interne et cohésion).

Le plan d'implantation des sondages complémentaires ainsi que les résultats des analyses de laboratoire figurent en annexe du présent rapport.

**3. RESULTATS DES SONDAGES COMPLEMENTAIRES**

Les sondages complémentaires F21 à F24 ont confirmé le contexte géotechnique défini au préalable :

▶ **Une couverture de terre végétale :**

	F21	F22	F23	F24
Épaisseur (m)	0.3	0.3	0.3	0.3
Altitude de la base (NGF)	33.20	33.90	34.0	32.9

▶ **Des alluvions fines.**

Nous avons pu identifier des limons de couleur brune à beige-grisâtre sur les épaisseurs suivantes :

	F21	F22	F23	F24
Profondeur de la base (m/TN)	< -1.8	-2.1	-1.4	< -1.5
Altitude de la base (NGF)	< 31.70	32.1	32.9	31.70
Épaisseur (m)	> 1.5	1.8	1.1	> 1.2

▶ **Des alluvions grossières (limons graveleux et sables).**

Ces dépôts ont été mis en évidence au droit des sondages F22 et F23 uniquement :

	F22	F23
Profondeur du toit de la couche (m/TN)	-2.1 (32.10 NGF)	-1.4 (32.9 NGF)
Profondeur de la base (m/TN)	-2.5 (31.70 NGF)	-2.4 (31.9 NGF)
Épaisseur (m)	0.4	1

▶ **Le substratum Pliocène.**

Le toit des argiles gris-bleu a été atteint au droit des sondages F22 et F23.

Ces terrains contiennent quelques galets roulés centimétriques (F22) ainsi que des traces de paléosol (F23).

**4. RESULTATS DES ANALYSES EN LABORATOIRE**

Les analyses en laboratoire réalisées sur des échantillons remaniés recompressés à l'optimum Proctor ont permis de mettre en évidence les caractéristiques suivantes :

	F21	F23	F24
Profondeur du prélèvement (m/TN)	0.3 à 1.5	2.4 à 3.	0.3 à 1.5
Nature	Limons beige-grisâtre	Argile grise, bariolée	Limons beige-grisâtre
Teneur en eau naturel $W_{nat}$ (%)	17.0	24.4	23.7
Perméabilité de l'échantillon recompressé à l'OPN (m/s)	$2.4 \cdot 10^{-8}$	$5.8 \cdot 10^{-10}$	$7.6 \cdot 10^{-10}$
Angle de frottement interne en conditions drainées ( $\phi'$ )	30°	29°	-
Cohésion drainée (C')	8 kPa	2 kPa	-

## 5. ETUDE DE FAISABILITE GEOTECHNIQUE

D'après les données qui nous ont été fournies, la retenue sera composée d'un déversoir de 150 m de longueur et d'une digue de longueur de 190 m pour une longueur totale de retenue de 340 m.

La digue à créer aura les caractéristiques suivantes :

- ▶ Cote de la digue non déversante : 35.8 NGF
- ▶ Cote du déversoir : 34.10 NGF
- ▶ Largeur en crête de digue : 5 m
- ▶ Largeur de la clé d'ancrage : 3 m
- ▶ Cote terrain amont : 30.3 NGF
- ▶ Cote terrain aval : 32.5 NGF

Le haut du déversoir sera réalisé en béton et le bassin de dissipation d'énergie de 15 m de long sera réalisé en béton compacté roulé (BCR).

### 5.1. NATURE DES MATERIAUX EXTRAITS ET POSSIBILITES DE REEMPLOI

Les terrains concernés par les travaux de terrassement sont :

- **La terre végétale.** Ces matériaux contenant de la matière organique ne seront pas réutilisables dans le remblai de la digue. Leur épaisseur varie au droit des sondages réalisés entre 20 et 35 cm.
- **Des limons plus ou moins argileux.** Ces alluvions intéressent la majeure partie des travaux de terrassement. Selon la classification GTR, ces matériaux sont de type A1 à A2.

Toutefois, ces 2 types de matériaux sont difficilement différenciables sur le site, c'est à dire que leur classification GTR n'est pas en relation directe avec leur couleur.

En terme de réemploi, ils pourront être utilisés pour réaliser la digue en mettant en œuvre les matériaux de type A1 en partie aval et les matériaux de type A2 en partie amont. Ils seront extraits en couches de 50 cm environ en dehors des périodes de pluies. En période d'évaporation intense, une extraction frontale sera par contre mieux adaptée.

La mise en œuvre de ces matériaux dépendra fortement des conditions climatiques. En effet, si le matériau est humide, un compactage faible devra être appliqué alors que s'il est sec, un compactage intense sera nécessaire.

- **Les alluvions grossières.** Ces matériaux classés C2B5 selon la GTR pourront être réutilisés pour la construction d'un drain à condition que la granulométrie de ces alluvions soit contrôlée soigneusement et qu'il soit prévu l'élimination des fines et le criblage de la fraction grossière (> 100 mm).
- **Les argiles gris-bleu.** L'échantillon remanié prélevé au droit du sondage F8 est de type A2m selon la classification GTR.

Ces matériaux pourront être apparemment réutilisés dans les mêmes conditions que les limons sus-jacents.

**5.2. CAPACITE PORTANTE DES TERRAINS EN PLACE ET ESTIMATION DES TASSEMENTS**

Les essais pressiométriques réalisés au droit du sondage SP1 nous permet de calculer la contrainte admissible par les sols d'assise de l'ouvrage sur la base des règles du fascicule 62 titre V.

Le niveau de fondation de la digue se situe à 28.5 NGF.

A cette cote, la plate-forme se situe au sein des argiles gris-bleu du Pliocène.

Sur cette base, les caractéristiques à prendre en compte sont les suivantes pour une assise à 28.5 NGF :

- ▶ Nature du sol d'assise : **argile de catégorie B**
- ▶ Pression limite nette équivalent : **Ple\* = 1.0 MPa**
- ▶ Module pressiométrique : **EM = 10 MPa**
- ▶ Facteur de portance : **Kp = 0.8**
- ▶ Coefficient rhéologique : **αr = 2/3**

La contrainte admissible peut donc s'exprimer de la façon suivante :

$$q_{aELS} = 0.25 \times i\delta\beta + 0.09$$

avec  $i\delta\beta$  = coefficient minorateur tenant compte de l'inclinaison de la charge et de la géométrie du sol de fondation

La hauteur maximale de la digue est de 7.3 m, ce qui correspond à une contrainte à la base de l'ouvrage de l'ordre de 0.14 MPa.

Il n'y donc aucun risque de poinçonnement du sol d'assise par la digue.

Nous avons mené un calcul de tassement dans l'axe de la digue sur la base du sondage SP1 et des éléments qui nous ont été fournis.

Le tassement absolu maximum pourra atteindre 6 cm.

**5.3. STABILITE DE L'OUVRAGE VIS A VIS DU GRAND GLISSEMENT**

**5.3.1. Hypothèses géotechniques et méthode de calcul**

Les calculs de stabilité au grand glissement ont été réalisés à l'ELU avec la méthode des coefficients de sécurité partiels, à partir du logiciel TALREN version 1.3 selon la méthode de Bishop et pour un ouvrage sensible.

Dans ce cas, la sécurité au glissement est considérée comme satisfaisante lorsque l'on obtient :

$$T_{min} \geq 1$$

Les caractéristiques mécaniques prises en compte dans le calcul sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

	<b>Sol 1</b>	<b>Sol 2</b>	<b>Sol 3</b>
Nature	Alluvions fines	Remblai limono-argileux	Enrochements
Poids volumique apparent	19 kN/m <sup>3</sup>	21 kN/m <sup>3</sup>	20 kN/m <sup>3</sup>
Angle de frottement	φ' = 29° φ <sub>u</sub> = 0°	φ' = 29° φ <sub>u</sub> = 0°	φ = 35°
Cohésion	C' = 5 kPa C <sub>u</sub> = 40 kPa*	C' = 2 kPa C <sub>u</sub> = 30 kPa*	C = 0

\* valeurs estimées à partir des corrélations usuelles avec les essais pressiométriques

### 5.3.2. Géométrie

Le profil étudié nous a été fourni par la DDAF du Gard et a été réalisé par ISL.  
Les calculs ont été menés sur la partie non déversante à l'étiage et après une vidange rapide.

### 5.3.3. Résultats des calculs

#### a) *Projet initial sans saturation de la digue (calcul 1)*

En considérant les caractéristiques à long terme des matériaux compactés et du substratum, on obtient un coefficient de sécurité de **1.45**.

#### b) *Projet initial avec saturation de la digue (vidange rapide – calcul 2)*

Dans le cas d'une mise en charge prolongée de l'ouvrage (crue supérieure à 24 heures) ou d'une perméabilité localement plus élevée, une saturation partielle ou totale du corps de digue n'est pas à exclure.

Le calcul fournit alors un coefficient de sécurité de **1.33**.

#### c) *Mise en place d'enrochements sur le parement amont de la digue (calcul 3)*

Si le coefficient de sécurité vis à vis du grand glissement veut être amélioré, une solution consistera à mettre en place une protection en enrochements sur une épaisseur de 1 m.  
Cet aménagement fait passer le coefficient de sécurité à **1.63**.

#### d) *Talus aval (calcul 4)*

La stabilité du talus aval a également été étudiée à long terme.  
Un coefficient de sécurité de **1.56** a été obtenu.

### 5.3.4. Avis sur les résultats obtenus

Compte-tenu des éléments mis à notre disposition, les résultats des calculs de stabilité vis à vis du grand glissement n'indiquent aucun problème particulier, même avec une saturation du corps de digue amont.

La mise en place d'enrochement permet d'augmenter la stabilité de l'ouvrage à long terme.

## 5.4. SUJETIONS D'EXECUTION

Nous attirons l'attention des concepteurs sur le fait qu'à ce stade du projet, aucune protection n'a été prévue sur le talus amont.

Les matériaux qui vont être mis en place sont sensibles à l'eau et sont susceptibles de subir une érosion (ravinement) ou des affouillements lors d'épisode de crues. Ces phénomènes peuvent être à l'origine d'infiltrations et d'écoulements préférentiels au sein de la digue susceptibles de provoquer une érosion interne de l'ouvrage, ce qui porte atteinte à sa pérennité.

En conséquence, nous conseillons de prévoir la mise en œuvre d'un système de protection du talus amont.

Ce dispositif pourra être composé par une géomembrane sur laquelle viendront reposer des enrochements.

Cette solution devra faire l'objet d'une étude spécifique pour son dimensionnement et sa mise en œuvre.

En cas de surverse de la digue en partie non déversante, peuvent se produire des désordres sur le talus aval (affouillements et entraînement de remblais) et conduire à la ruine de l'ouvrage.

Si cette éventualité veut être d'ores et déjà écartée, un dispositif de protection du talus aval devra également être prévu.

Le remblai sera mis en œuvre par couches successives avec l'objectif d'atteindre la densité de l'optimum Proctor. Un contrôle du compactage devra être réalisé à l'avancement par des essais de chargement à la plaque pour lesquels on pourra retenir les caractéristiques minimales suivantes :

$$E_{v2} \geq 50 \text{ MPa}$$
$$E_{v1}/E_{v2} < 2$$

Lorsque l'édification du remblai sera terminée, un contrôle au pénétrodensitographe pourra être réalisé sur toute la hauteur de la digue ainsi que des essais de perméabilité in situ.

---◆---

Nous restons à la disposition des concepteurs et responsables techniques du projet pour réaliser toute mission complémentaire d'étude et de suivi d'exécution.

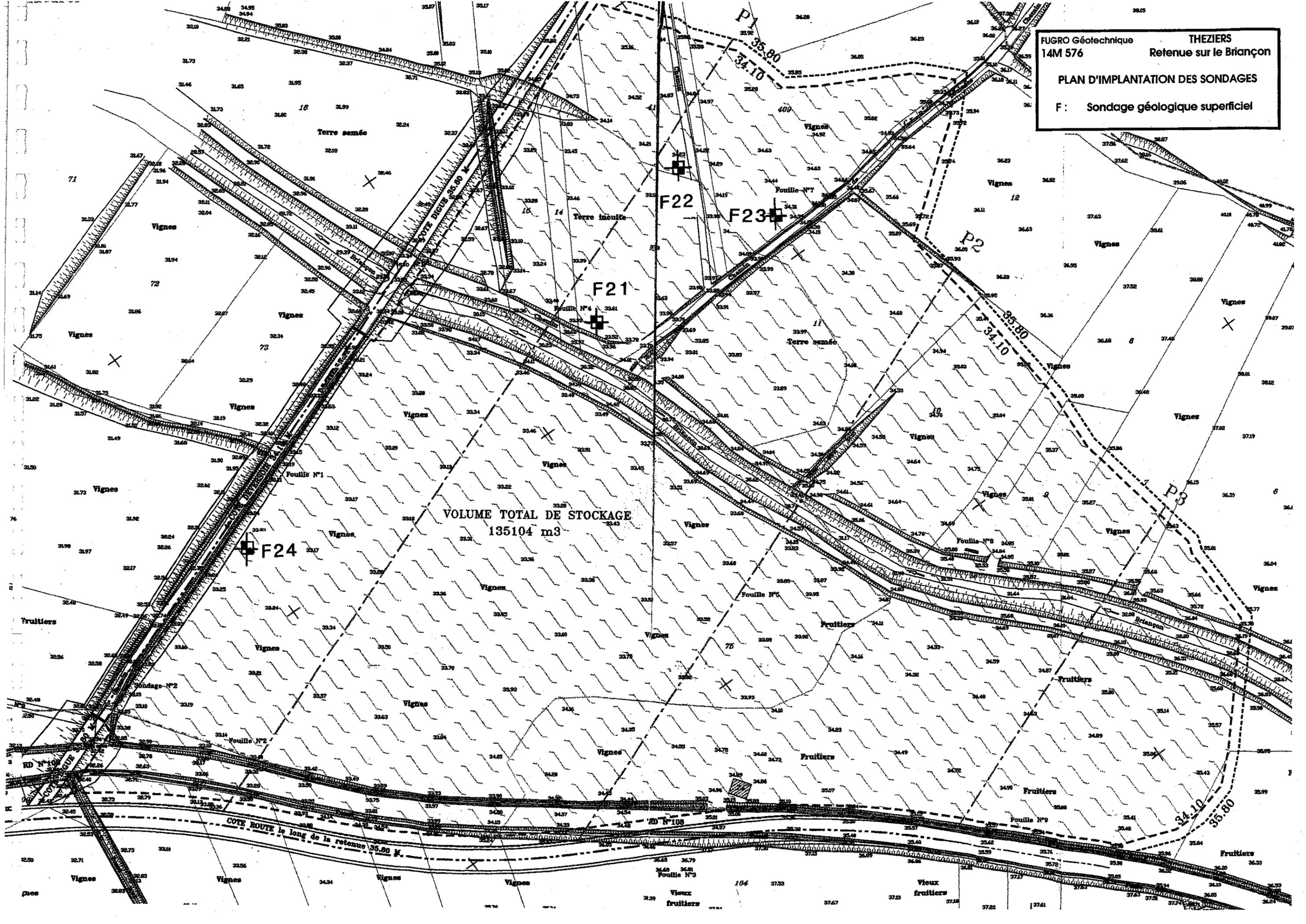
## ANNEXES

Plan d'implantation	9
Sondages géologiques	10 - 14
Résultats d'essais de laboratoire	15 - 28
Calcul TALREN	29 - 33
Extrait norme NF P 94-500 de juin 2000 (classification des missions géotechniques)	34 - 35

FUGRO Géotechnique  
 14M 576  
**THEZIERS**  
 Retenue sur le Briançon

**PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

F : Sondage géologique superficiel



VOLUME TOTAL DE STOCKAGE  
 135104 m<sup>3</sup>

---

**SONDAGES GEOLOGIQUES**

---

**14M 576-B**  
**THEZIERS**  
Retenue sur le Briançon



## SONDAGE : F21

Type : FOUILLE

Client : SIA DU BRIANCON

X:

Date : 30/10/2002

Y:

Longueur : 1.8 m

Etude : THEZIERS  
Retenue sur le Briançon

Z : 33.5 NGF

Machine :

Inclinaison :

Echelle : 1/20

Remarque :

Page : 1

Cote Z	Profondeur (m)	Colonne lithologique	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Venue d'eau	Prise d'échantillons	Tenue des parois
33.2	0.30		TERRE végétale.			
			LIMON très finement sableux brun à beige grisâtre. ARRET.		0.3 ER 1.5 EI 1.6 1.8	
31.7	1.80					



## SONDAGE : F22

Type : FOUILLE

Client : SIA DU BRIANCON

X:

Date : 30/10/2002

Y:

Longueur : 3.1 m

Etude : THEZIERS  
Retenue sur le Briançon

Z : 34.2 NGF

Machine :

Inclinaison :

Echelle : 1/20

Remarque :

Page : 1

Cote Z	Profondeur (m)	Colonne lithologique	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Venue d'eau	Prise d'échantillons	Tenue des parois
33.9	0.30		TERRE végétale.			
32.1	2.10		LIMON brun plastique, à beige grisâtre.			
31.7	2.50		LIMON graveleux (0 - 150 mm) brun.			
31.1	3.10		ARGILE brune bariolée de gris bleu, quelques galets roulés centimétriques. ARRET.		ER	
						2.5
						3.1



## SONDAGE : F23

Type : FOUILLE

Client : SIA DU BRIANCON

X:

Date : 30/10/2002

Y:

Longueur : 3.0 m

Etude : THEZIERS  
Retenue sur le Briançon

Z : 34.4 NGF

Machine :

Inclinaison :

Echelle : 1/20

Remarque :

Page : 1

Cote Z	Profondeur (m)	Colonne lithologique	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Venue d'eau	Prise d'échantillons	Tenue des parois
34.1	0.30		TERRE végétale.			
33.0	1.40		LIMON brun à beige grisâtre.			
32.1	2.30		LIMON graveleux (0 - 150 mm) à grave sableuse.			
32.0	2.40		Lit de sable grossier humide.			
31.4	3.00		ARGILE brune, traces de paléosol, bariolée de gris bleu. ARRET.			
						2.4
					ER Ei	2.7
						2.8
						3.0



## SONDAGE : F24

Type : FOUILLE

Client : SIA DU BRIANCON

X:

Date : 30/10/2002

Y:

Longueur : 1.5 m

Etude : THEZIERS  
Retenue sur le Briançon

Z : 33.2 NGF

Machine :

Inclinaison :

Echelle : 1/20

Remarque :

Page : 1

Cote Z	Profondeur (m)	Colonne lithologique	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Venue d'eau	Prise d'échantillons	Tenue des parois
32.9	0.30		TERRE végétale.			
31.7	1.50		LIMON brun à beige grisâtre compact, finement sableux et légèrement bariolé. ARRET.		ER EI	0.3 1.3 1.4 1.5

---

# RESULTATS DE LABORATOIRE

---

14M 576-B  
THEZIERS  
Retenue sur le Briançon

FUGRO Géotechnique  
Région Sud-Est  
Parc d'Activités Clément Ader  
12, rue des Frères Lumière  
34830 JACOU

LABORATOIRE  
DE  
GEOTECHNIQUE

Affaire: 24M RC576B  
Nom: Digue sur le Briançon  
Lieu: THEZIERS  
Date: 21/11/02

ESSAIS D'IDENTIFICATION

Sond	Profondeurs	Nature/couleur	W%	Perméabilité		
				OPN		
				WOPN%	$\rho d$ OPN T/m3	Km/s
F21	0.3-1.5	limon beige grisâtre	17.0%	16.0%	1.83	2.40E-08
F23	2.4-3	argile grise bariolée ocre à rouille	24.4%	16.0%	1.83	5.83E-10
F24	0.3-1.5	limon beige grisâtre	23.7%	16.0%	1.83	7.60E-10

**THEZIERS**

NFP 94-074

Retenue sur le BRIANCON

F21 0.-1.5m

Date novembre 2002

N° : 24M RC576B

**ESSAI TRIAXIAL CU+U**

**CARACTERISTIQUES PRINCIPALES**

EPROU	VALEURS INITIALES							VALEURS FINALES					
	H mm	$\phi$ mm	W %	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>	e	Sr %	W %	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>	e	Sr %	DV cm <sup>3</sup>
1	100	50	16.40	21.19	18.20	0.48	92	16.96	21.62	18.48	0.46	99	-3.00
2	100	50	16.07	21.15	18.22	0.48	90	17.28	21.56	18.39	0.47	100	-1.80
3	100	50	16.08	21.18	18.24	0.48	90	18.23	21.34	18.05	0.50	99	2.10
4													
5													
6													

EPROU	CRITERE 1				CRITERE 2				$\sigma_3$ kPa	CONTRE PRESSIO kPa	T100 mn	B %	VITESSE DEFORM mm/mn
	$(\sigma_1 - \sigma_3)_{MAX}$				$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{MAX}$								
	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	U kPa	T %	Af %	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ kPa	U kPa	T %	Af %					
1	194.63	18.00	2.00	9.25	193.10	24.00	6.01	12.43	100	500	non	98	0.05
2	385.47	42.00	18.58	10.90	299.29	87.00	7.03	29.07	200	500	non	98	0.05
3	491.64	75.00	19.06	15.26	473.22	89.00	14.55	18.81	300	500	non	98	0.05
4													
5													
6													

**DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON :**

limon beige grisatre

Echantillon reconditionné à l'OPN

# THEZIERS

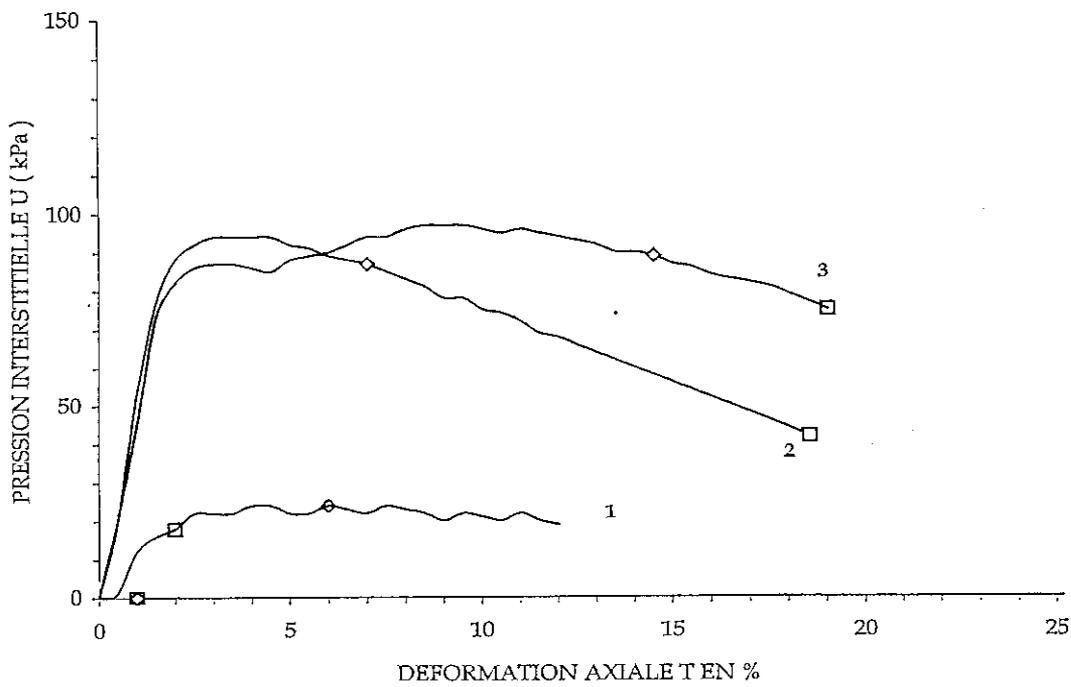
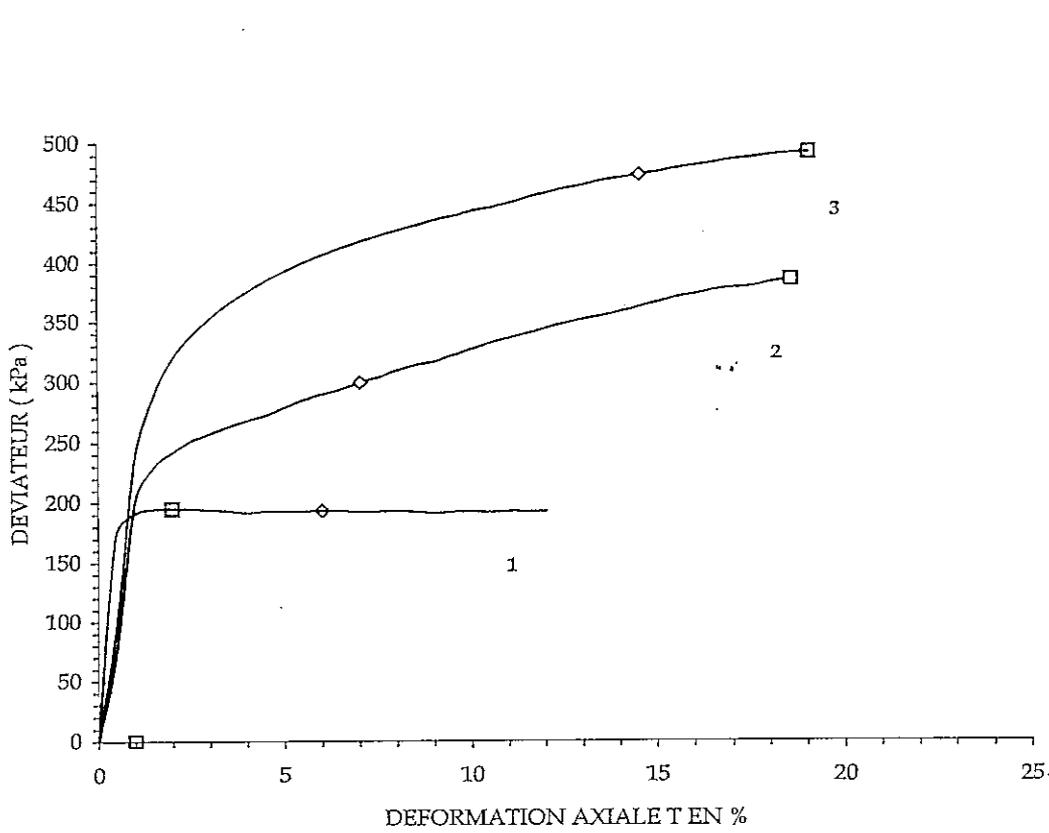
NFP 94-074

Retenue sur le BRIANCON

F21 0.-1.5m

Date novembre 2002

N° : 24M RC576B



**THEZIER**

NFP 94-074

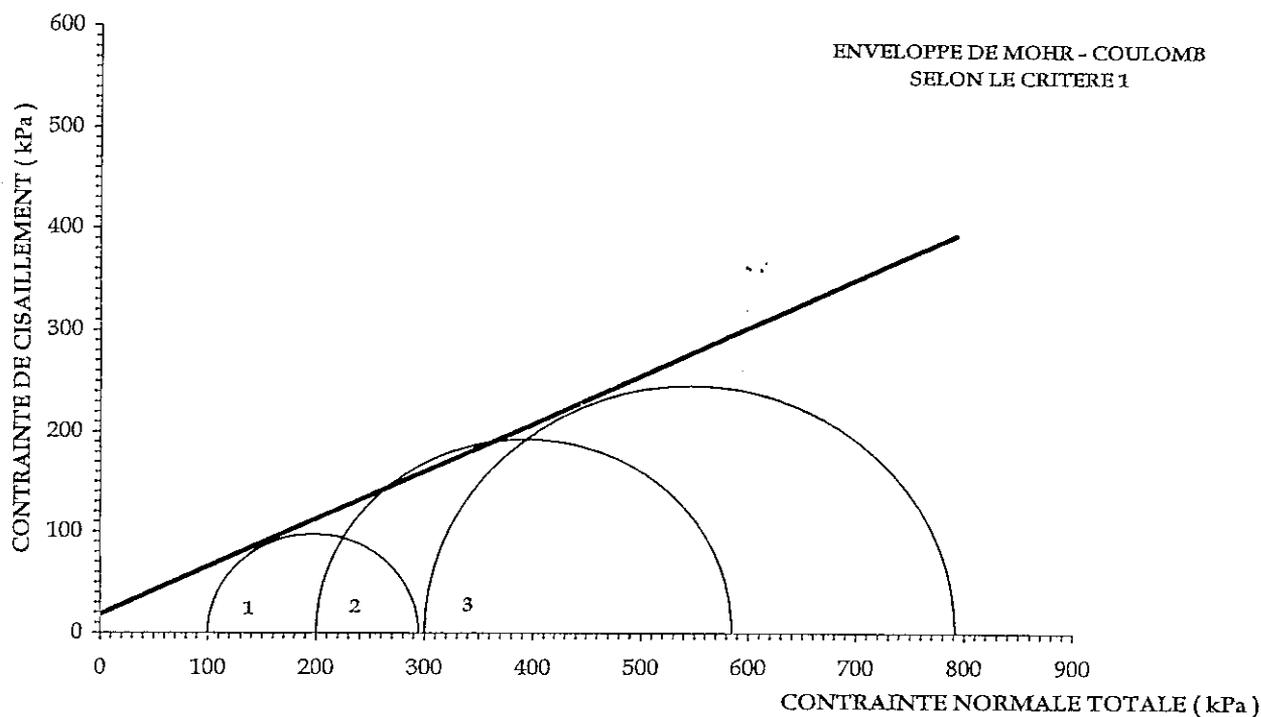
Retenue sur le BRIANCON

F21 0,-1.5m

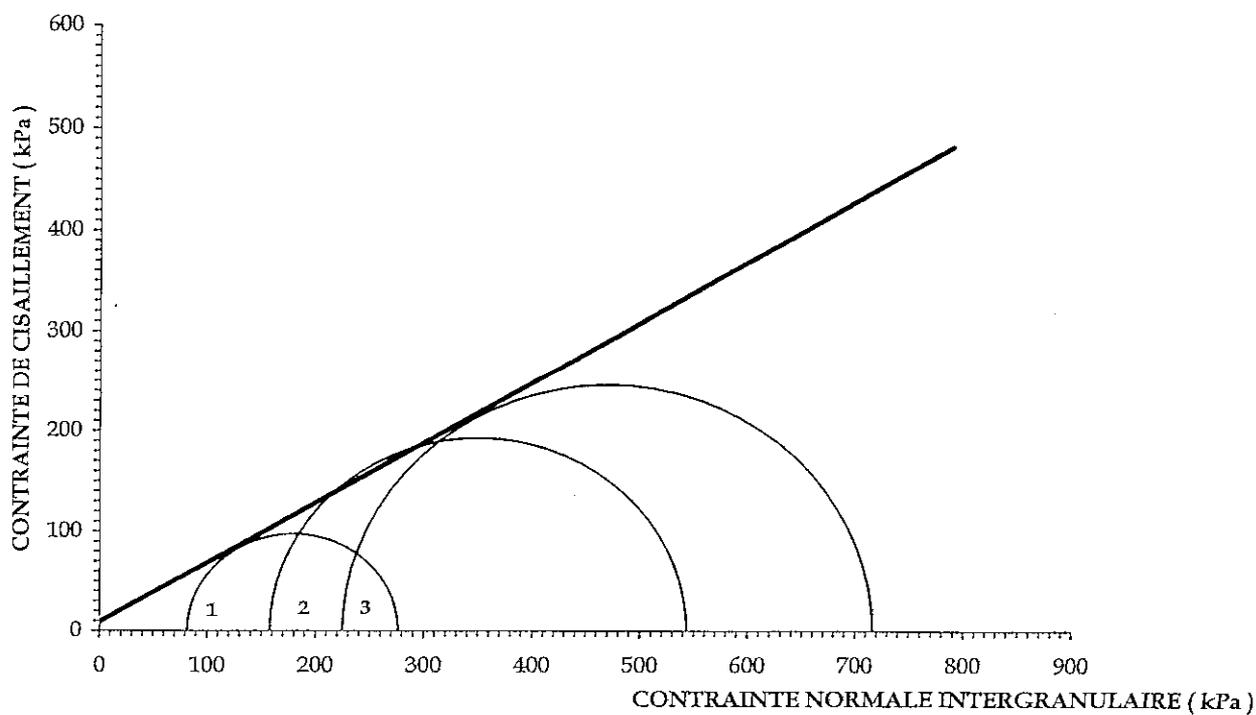
Date novembre 2002

N° : 24M RC576B

$\phi_{cu}$ =	25	Degrés
$C_{cu}$ =	17	kPa



$\phi'$ =	30	Degrés
$C'$ =	8	kPa



**THEZIERS**

NFP 94-074

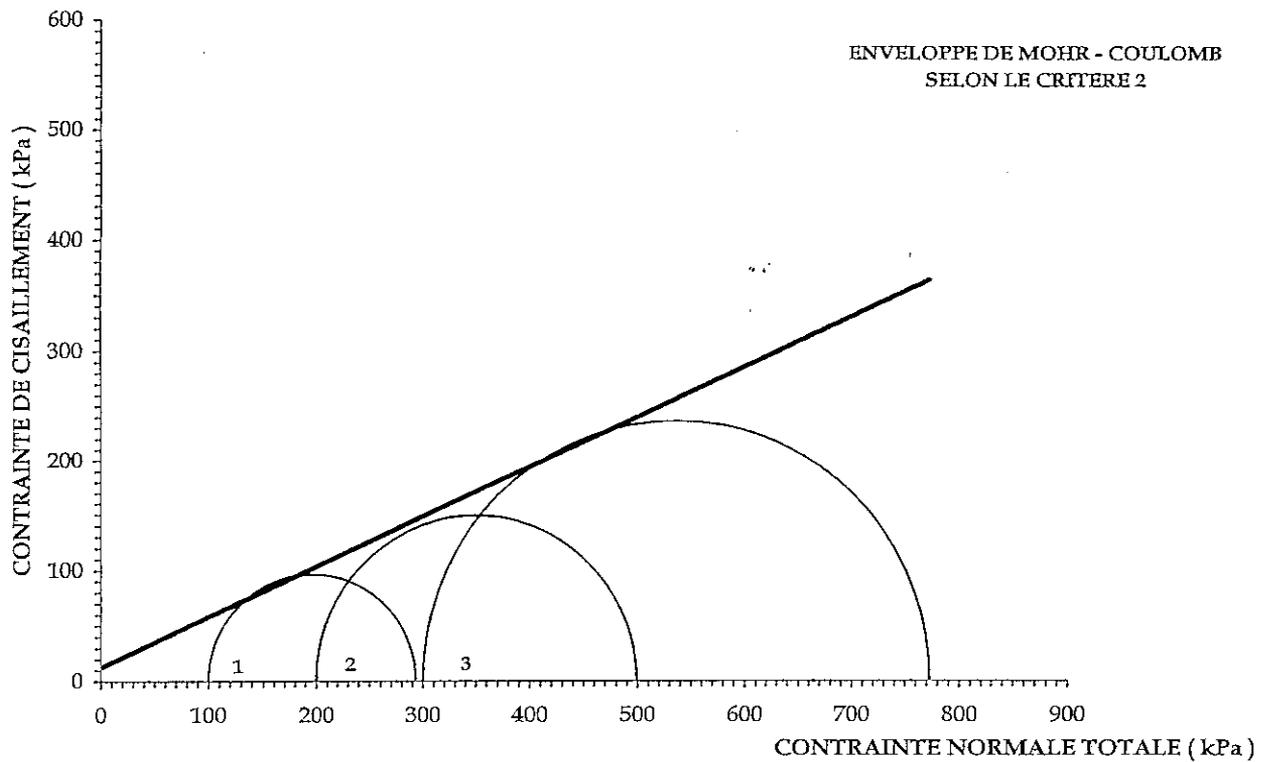
Retenue sur le BRIANCON

F21 0.-1.5m

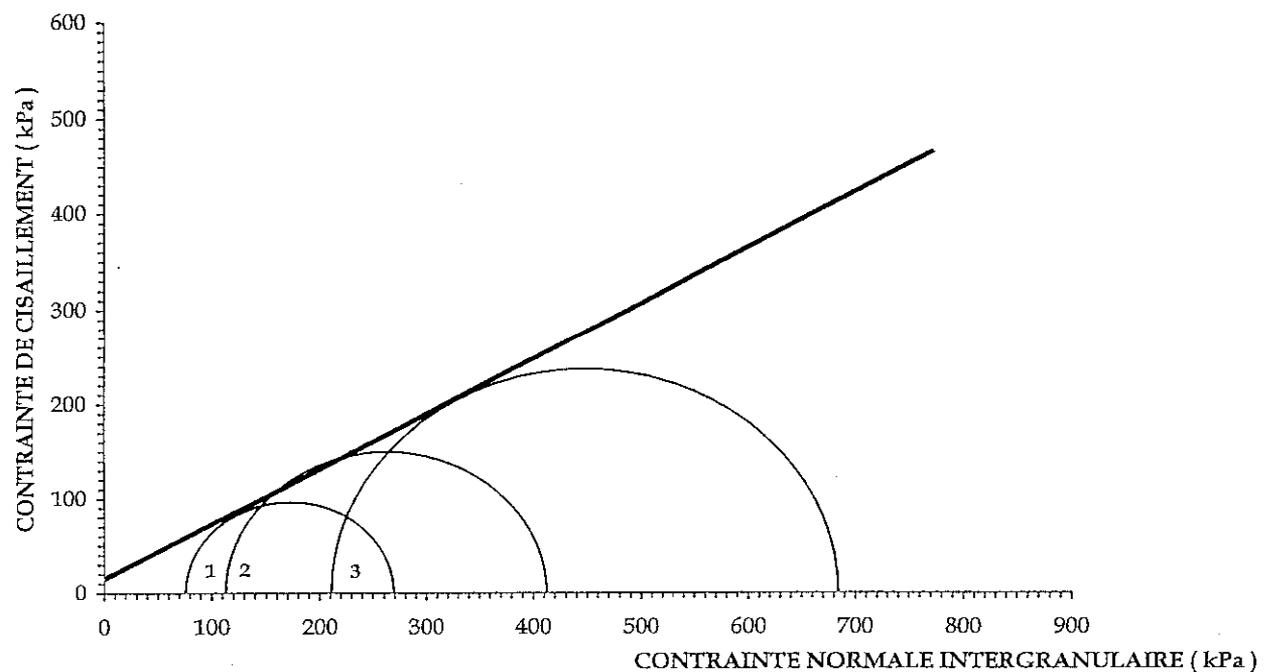
Date novembre 2002

N° : 24M RC576B

$\phi_{cu} =$	24	Degrés
$C_{cu} =$	12	kPa



$\phi' =$	30	Degrés
$C' =$	14	kPa



**THEZIERS**

NFP 94-074

Retenue sur le BRIANCON

F21 0.-1.5m

Date novembre 2002

N° : 24M RC576B

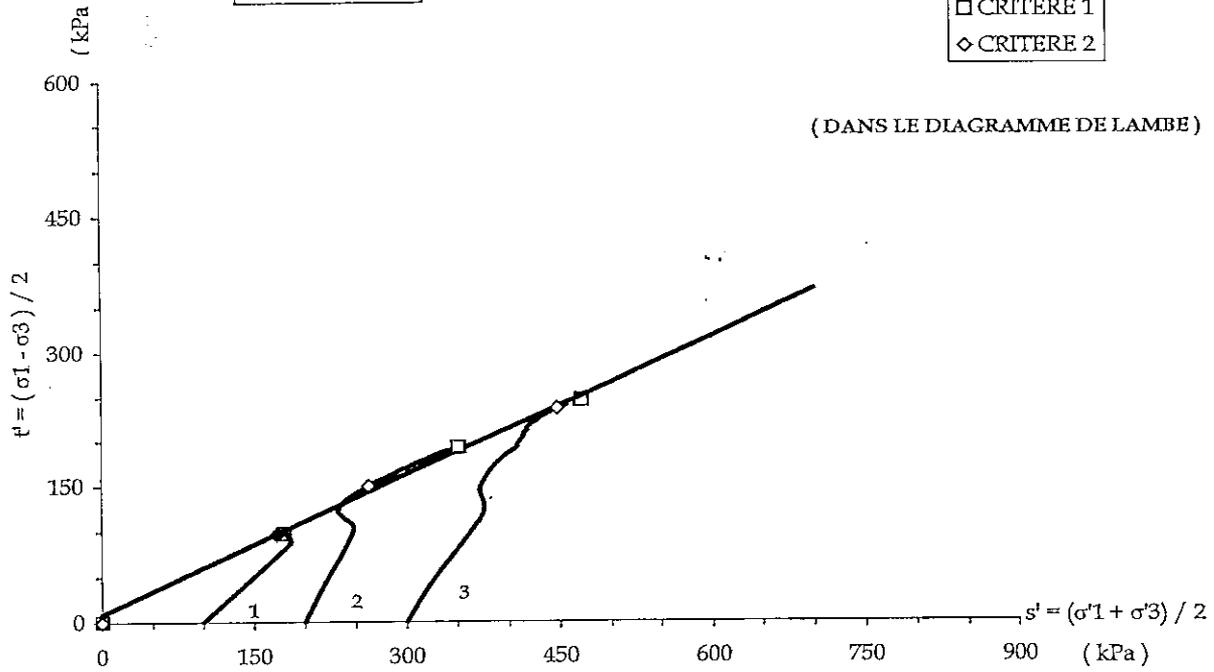
$\phi' = 30$  Degrés  
 $c' = 8$  kPa

$\alpha = 27$  Degrés  
 $t'o = 7$  kPa

$\phi' = \text{Arcsin}(\text{tg } \alpha)$   
 $c' = t'o / \text{Cos } \phi'$

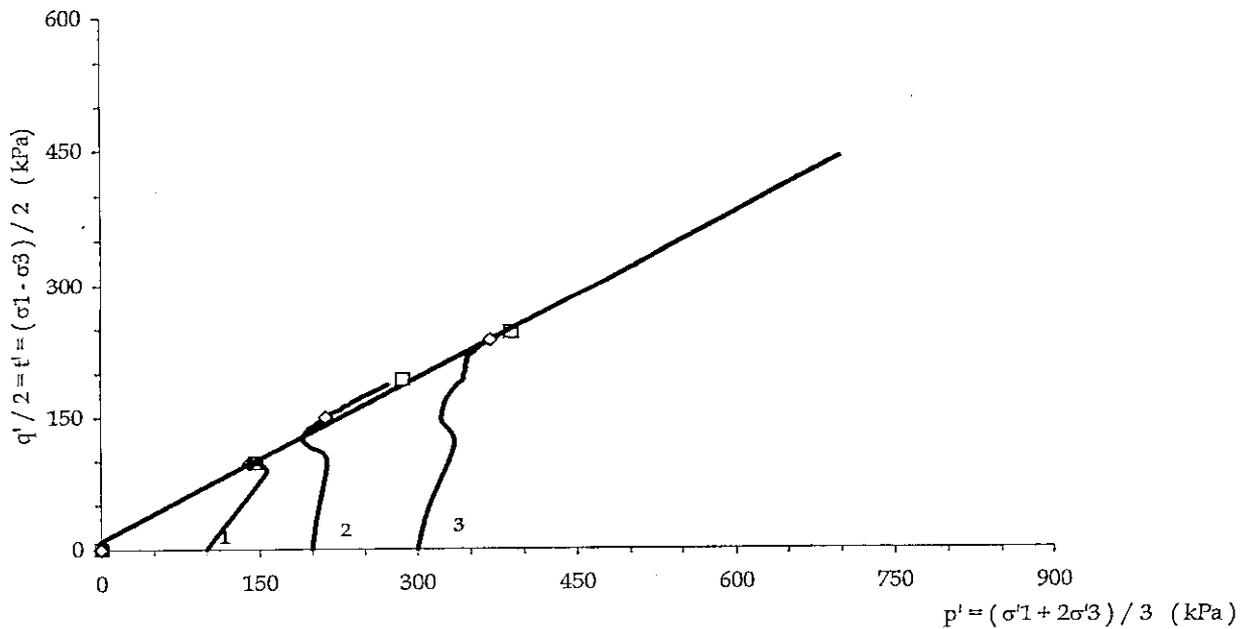
SELON LE CRITERE 1

□ CRITERE 1  
 ◇ CRITERE 2



$\phi' = 30$  Degrés  
 $c' = 8$  kPa

(DANS LE DIAGRAMME DE CAMBRIDGE)



**THEZIERS**

NFP 94-074

Retenue sur le BRIANCON

F21 0.-1.5m

Date novembre 2002

N° : 24M RC576B

$\phi' = 30$  Degrés  
 $c' = 14$  kPa

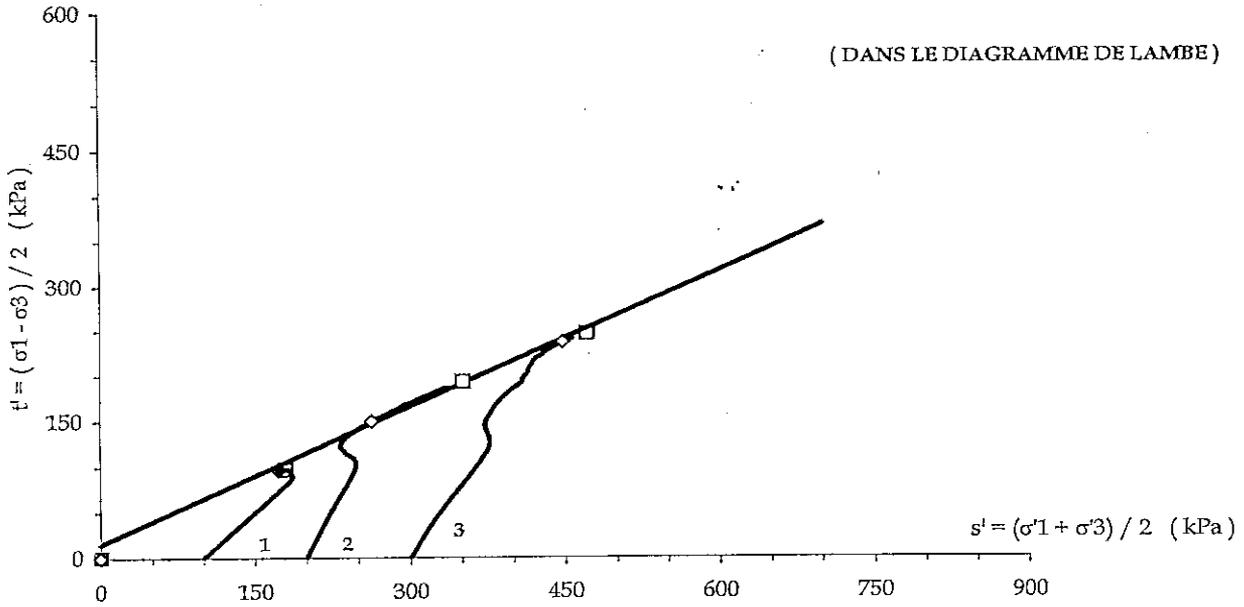
$\alpha = 26$  Degrés  
 $t'_0 = 12$  kPa

$\phi' = \text{Arcsin}(\text{tg } \alpha)$   
 $c' = t'_0 / \text{Cos } \phi'$

SELON LE CRITERE 2

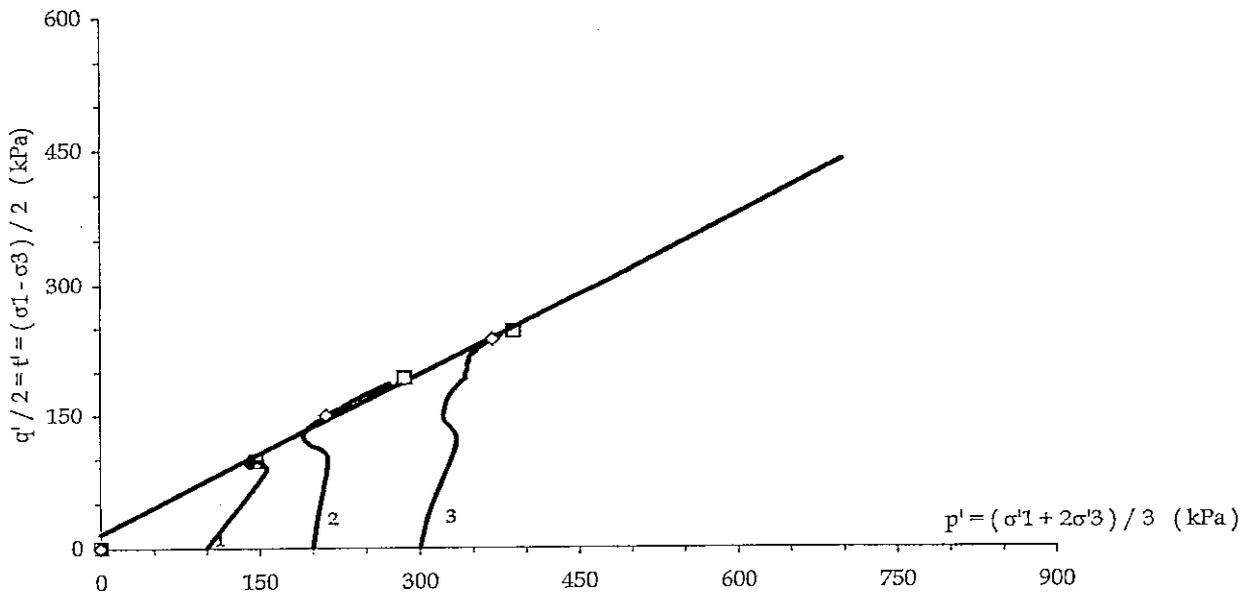
□ CRITERE 1  
◇ CRITERE 2

( DANS LE DIAGRAMME DE LAMBE )



$\phi' = 30$  Degrés  
 $c' = 14$  kPa

( DANS LE DIAGRAMME DE CAMBRIDGE )



**THEZIERS**  
DIGUE DU BRIANCON

NFP 94-074

SC23 2.4-3

Date novembre 2002

N° : 24M 576B

**ESSAI TRIAXIAL CU+U**

**CARACTERISTIQUES PRINCIPALES**

EPROU	VALEURS INITIALES							VALEURS FINALES					
	H	$\phi$	W	$\gamma$	$\gamma_d$	e	Sr	W	$\gamma$	$\gamma_d$	e	Sr	DV
	mm	mm	%	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>		%	%	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>		%	cm <sup>3</sup>
1	100	50	16.94	21.44	18.33	0.47	97	17.14	21.62	18.46	0.46	100	-1.30
2	100	50	16.94	21.44	18.33	0.47	97	16.67	21.61	18.52	0.46	98	-2.00
3	100	50	16.94	21.44	18.33	0.47	97	16.67	21.68	18.58	0.45	99	-2.60
4													
5													
6													

EPROU	CRITERE 1				CRITERE 2				$\sigma_3$	CONTRE PRESSIO	T100	B	VITESSE DEFORM
	$(\sigma_1 - \sigma_3)_{MAX}$				$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{MAX}$								
	$(\sigma_1 - \sigma_3)$	U	T	Af	$(\sigma'_1 - \sigma'_3)$	U	T	Af					
	kPa	kPa	%	%	kPa	kPa	%	%					
1	337.93	-67.00	15.04	-19.83	271.60	-20.00	6.51	-7.36	105	595	non	98	0.05
2	515.37	-51.00	18.06	-9.90	485.80	-35.00	14.04	-7.20	200	600	non	98	0.05
3	629.56	-22.00	10.22	-3.49	612.89	-9.00	8.71	-1.47	300	600	non	98	0.05
4													
5													
6													

**DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON :**

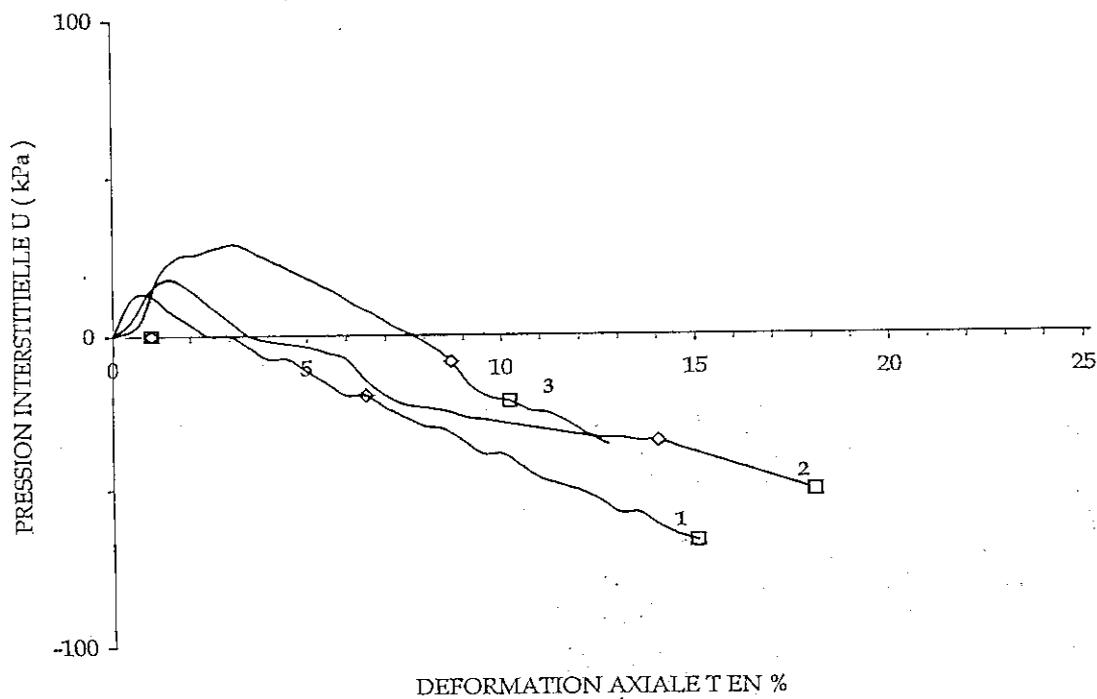
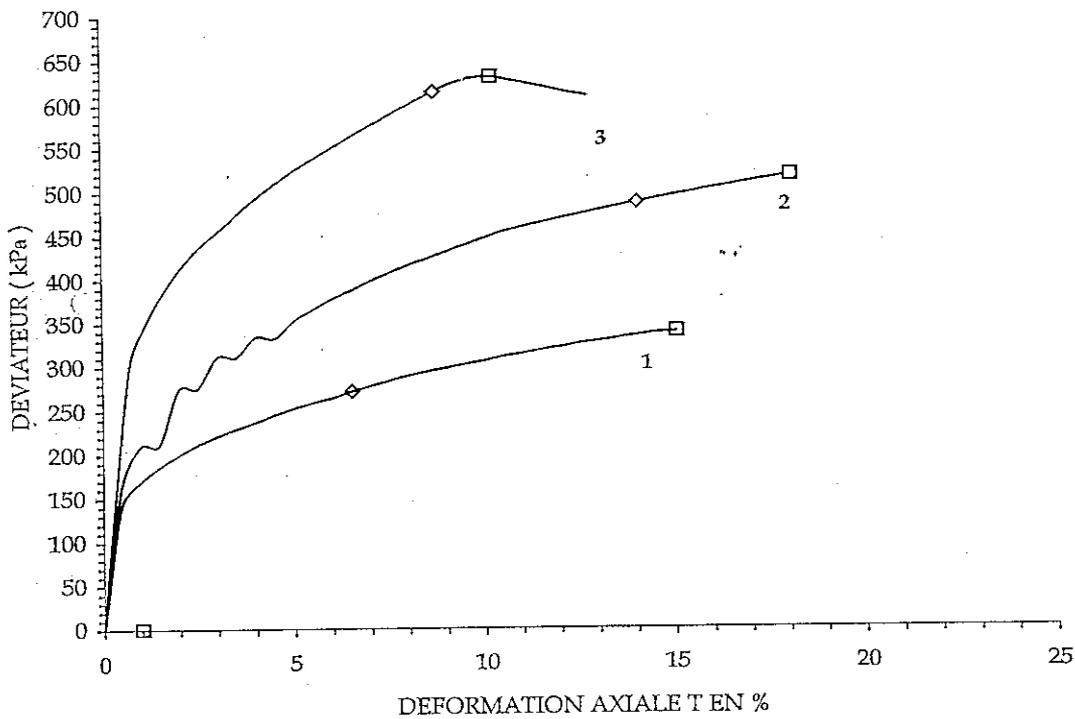
Argile limoneuse beige

Echantillon reconditionné à l'OPN

**THEZIERS**

DIGUE DU BRIANCON

□ CRITERE 1  
 ◇ CRITERE 2



**THEZIERS**  
DIGUE DU BRIANCON

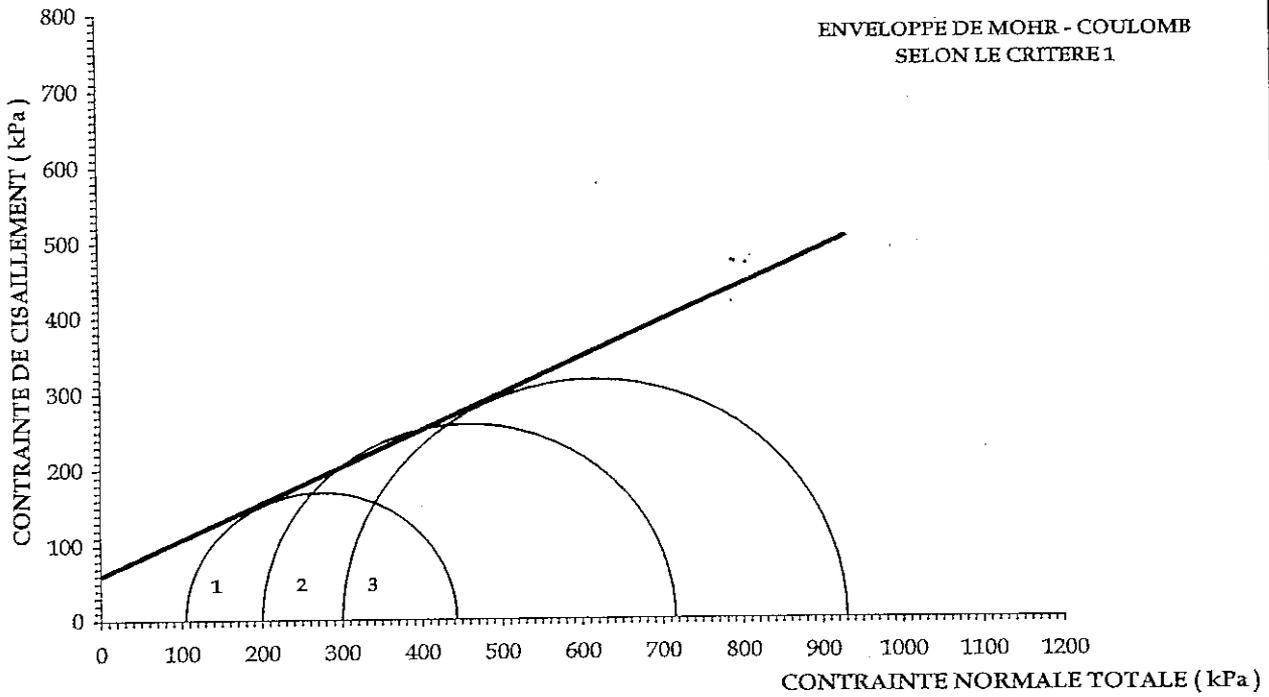
NFP 94-074

SC23 2.4-3

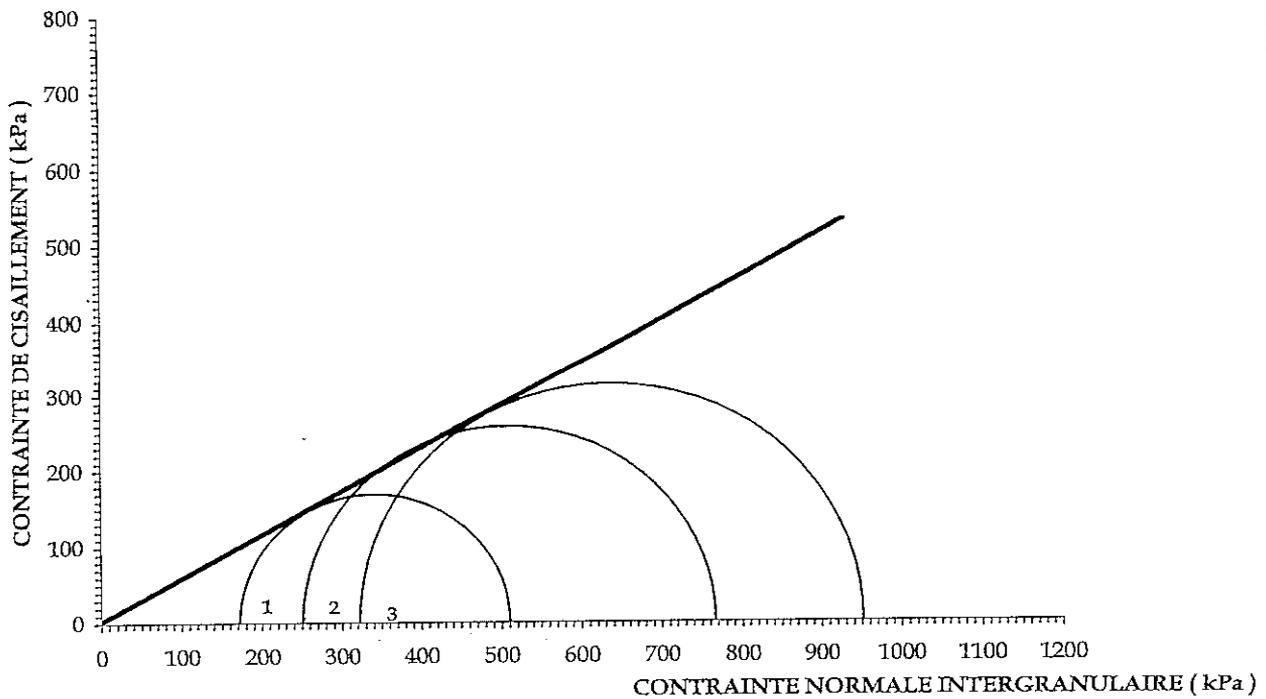
Date novembre 2002

N° : 24M 576B

$\phi_{cu} =$	25	Degrés
$C_{cu} =$	60	kPa



$\phi' =$	29	Degrés
$C' =$	2	kPa



**THEZIERIS**

N°P 94-074

DIGUE DU BRIANCON

N° : 24M 5768

SC23

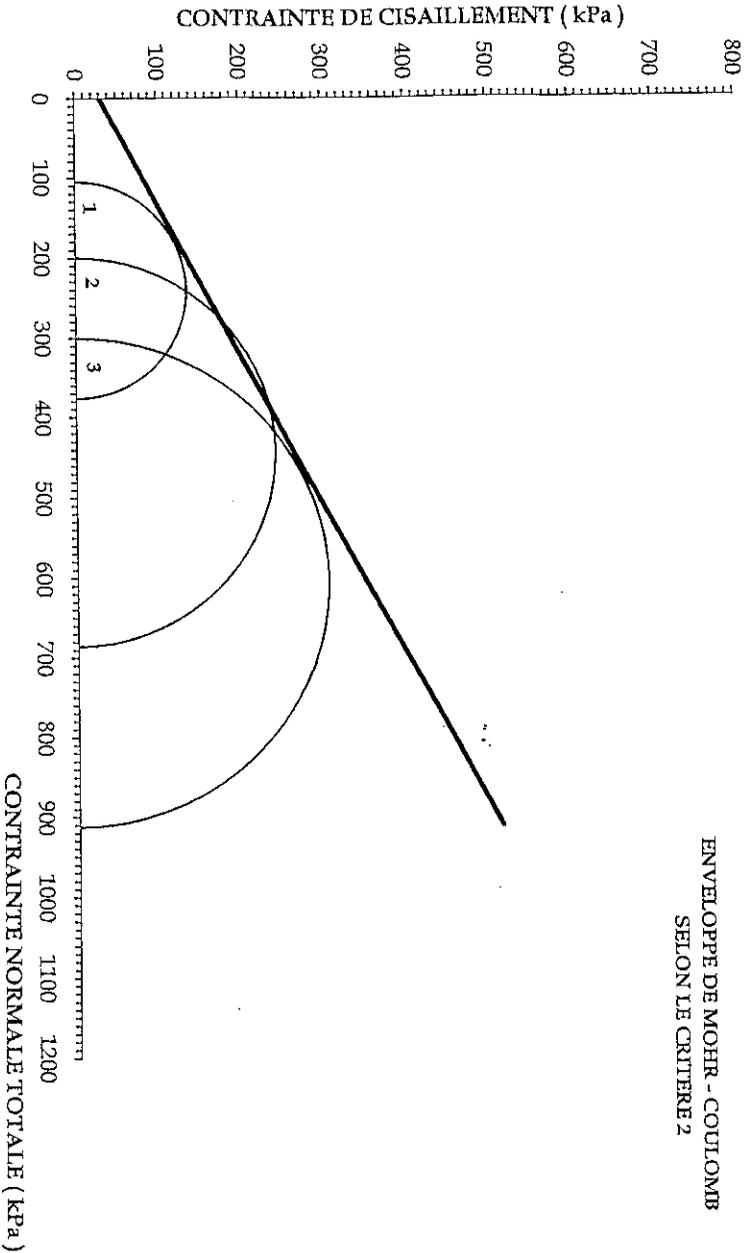
2.4-3

Date

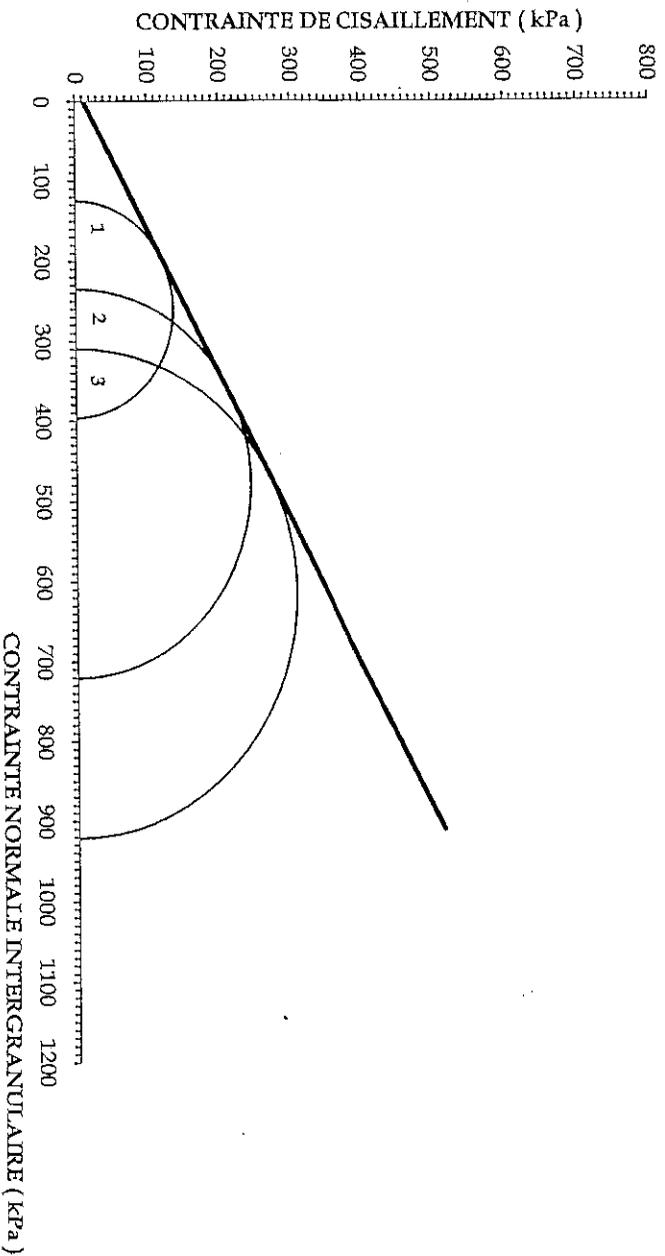
novembre 2002

$\phi_{cu} =$	27	Degrés
$C_{cu} =$	30	KPa

ENVELOPPE DE MOHR - COULOMB  
SELON LE CRITERE 2



$\phi' =$	28	Degrés
$C' =$	12	KPa



**THEZIERS**

NFP 94-074

DIGUE DU BRIANCON

SC23 2.4-3

Date novembre 2002

N° : 24M 576B

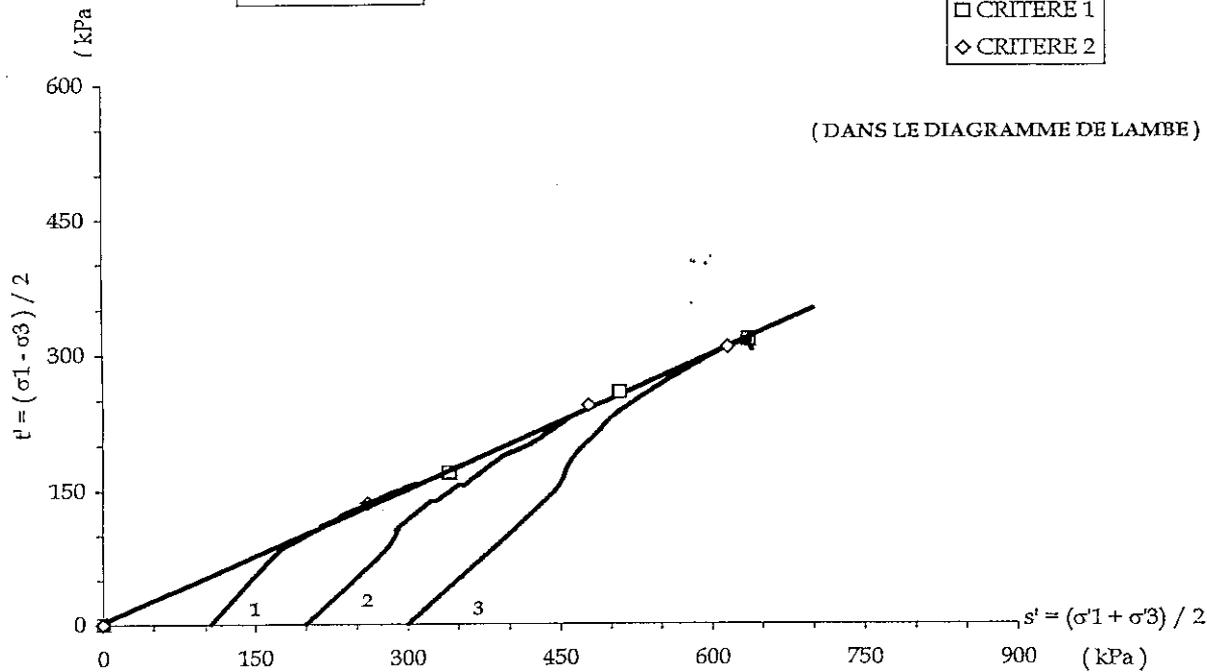
$\phi' = 29$  Degrés  
 $c' = 2$  kPa

$\alpha = 26$  Degrés  
 $t'o = 2$  kPa

$\phi' = \text{Arcsin}(\text{tg } \alpha)$   
 $c' = t'o / \text{Cos } \phi'$

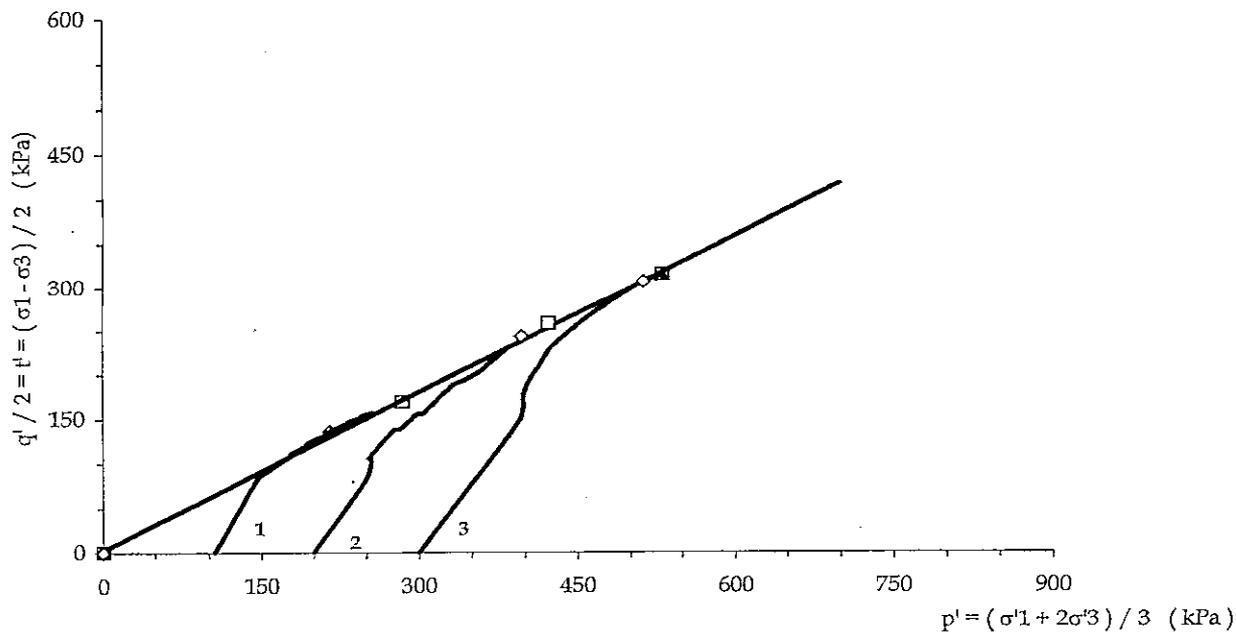
SELON LE CRITERE 1

□ CRITERE 1  
 ◇ CRITERE 2



$\phi' = 29$  Degrés  
 $c' = 2$  kPa

(DANS LE DIAGRAMME DE CAMBRIDGE)



**THEZIERS**  
 DIGUE DU BRIANCON

NFP 94-074

SC23 2.4-3

Date novembre 2002

N° : 24M 576B

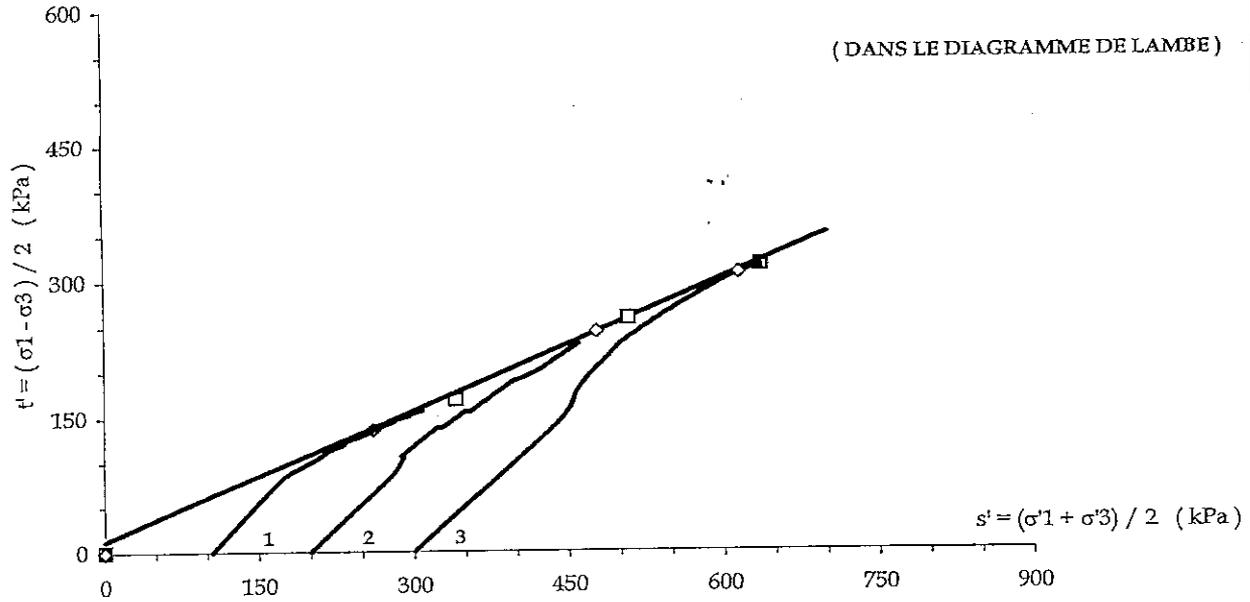
$\phi' = 28$  Degrés  
 $c' = 12$  kPa

$\alpha = 25$  Degrés  
 $t'o = 10$  kPa

SELON LE CRITERE 2

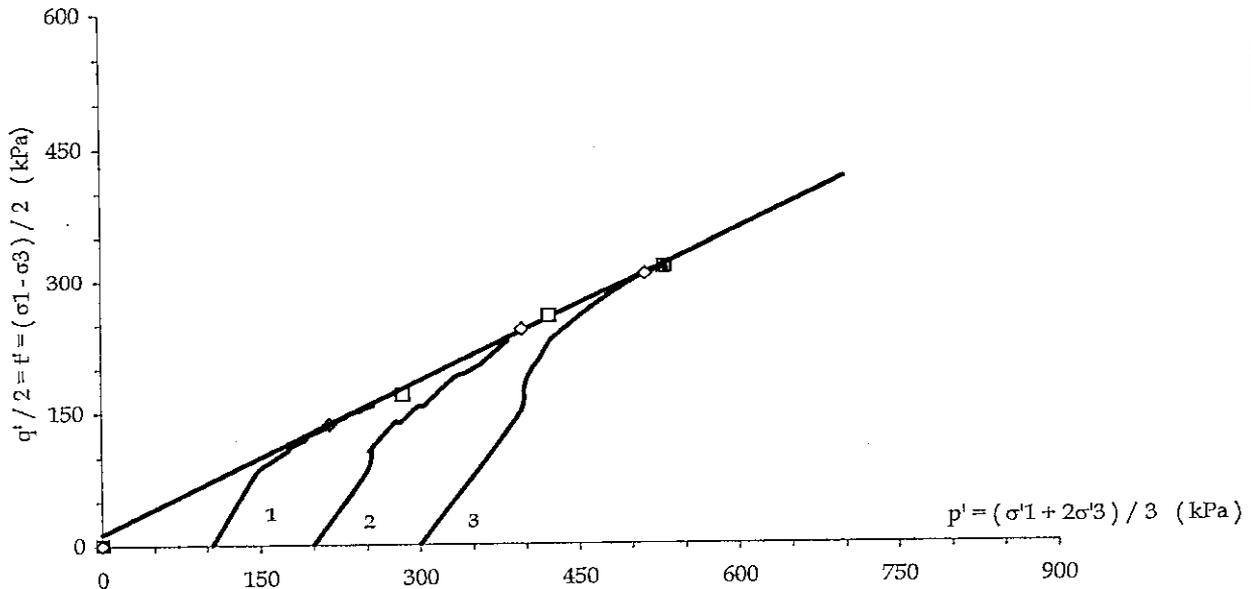
$\phi' = \text{Arcsin}(\text{tg } \alpha)$   
 $c' = t'o / \text{Cos } \phi'$

□ CRITERE 1  
 ◇ CRITERE 2



$\phi' = 28$  Degrés  
 $c' = 12$  kPa

(DANS LE DIAGRAMME DE CAMBRIDGE)



---

**CALCUL TALREN**

---

**14M 576-B**  
**THEZIERS**  
Retenue sur le Briançon

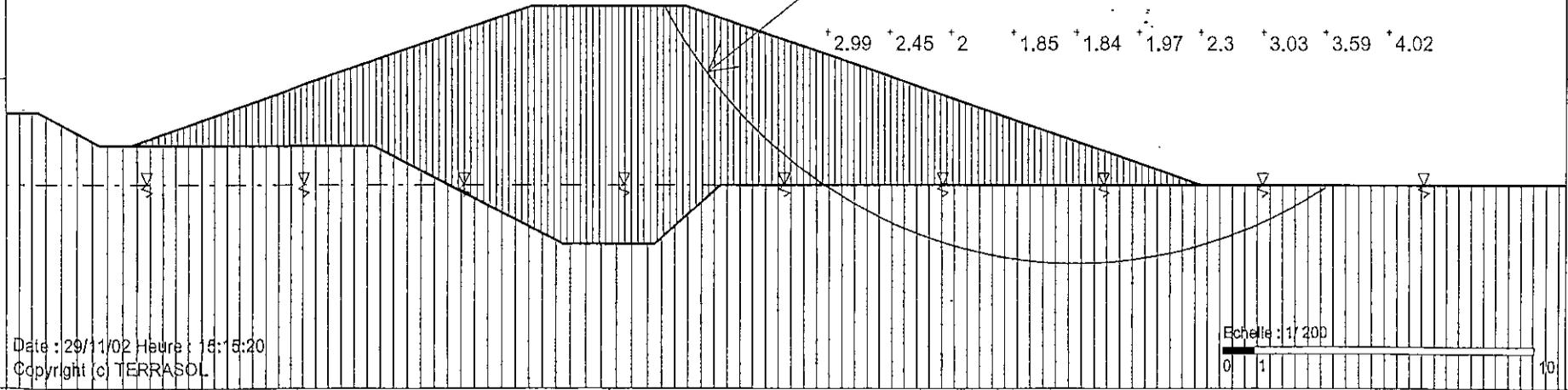
sol n°	1	2
$\gamma$	19	21
$\Gamma_{s1}$	.95	1.05
c	5	2
$\Gamma_c$	1.7	1.7
$\phi$	29	29
$\Gamma_\phi$	1.35	1.35

Unités : kN mètre et degré  
Méthode de calcul : Bishop

### Calcul 1

\*3.62 \*2.35 \*1.96 \*1.72 \*1.59 \*1.54 \*1.57 \*1.75 \*2.06 \*2.28  
 \*2.94 \*2.32 \*1.97 \*1.77 \*1.65 \*1.61 \*1.65 \*1.77 \*2.06 \*2.39  
 \*3.07 \*2.46 \*2.1 \*1.62 \*1.5 \*1.48 \*1.62 \*1.87 \*2.1 \*2.53  
 \*3.31 \*2.1 \*1.78 \*1.6 \*1.52 \*1.51 \*1.61 \*1.87 \*2.21 \*2.58  
 \*2.69 \*2.13 \*1.84 \*1.67 \*1.61 \*1.59 \*1.71 \*1.94 \*2.36 \*2.71  
 \*2.83 \*2.28 \*1.97 \*1.52 \*1.45 \*1.5 \*1.69 \*2.07 \*2.47 \*2.89  
 \*3.05 \*1.98 \*1.7 \*1.57 \*1.53 \*1.6 \*1.79 \*2.17 \*2.65 \*3.11  
 \*2.57 \*2.06 \*1.8 \*1.7 \*1.55 \*1.57 \*1.86 \*2.35 \*2.89 \*3.37  
 \*2.74 \*2.22 \*1.97 \*1.66 \*1.6 \*1.68 \*1.96 \*2.64 \*3.2 \*3.67  
 \*2.99 \*2.45 \*2 \*1.85 \*1.84 \*1.97 \*2.3 \*3.03 \*3.59 \*4.02

$\Gamma_{min}$	1.45
$\Gamma_{s3}$	1



Date : 29/11/02 Heure : 15:5:20  
Copyright (c) TERRASOL



**TALREN 97**  
V1.3 - 01/05/1999  
TERRASOL

THEZIERS - Retenue sur le Briançon  
Talus amont  
Étiage  
Fichier : theziers étiage.tal

Proj : 24M 576

Étude réalisée par :  
**SICSOL**

Figure :

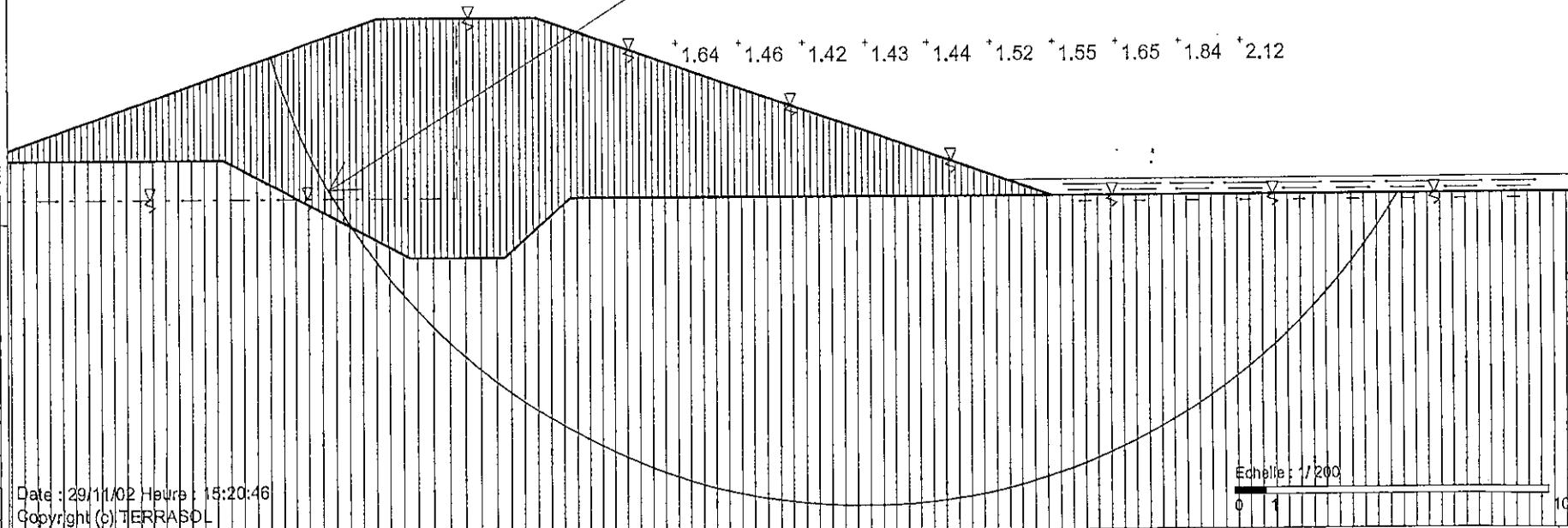
sol n°	1	2
$\gamma$	19	21
$\Gamma_{s1}$	.95	1.05
c	30	40
$\Gamma_c$	1.2	1.2
$\phi$	0	0
$\Gamma_\phi$	1	1

Unités : kN mètre et degré  
Méthode de calcul : Bishop

### Calcul 2

+1.94 +1.65 +1.51 +1.5 +1.5 +1.45 +1.49 +1.57 +1.72 +1.95  
+1.98 +1.66 +1.49 +1.41 +1.42 +1.47 +1.46 +1.52 +1.63 +1.83  
+1.71 +1.51 +1.46 +1.41 +1.38 +1.43 +1.46 +1.49 +1.58 +2.4  
+1.69 +1.45 +1.37 +1.38 +1.37 +1.39 +1.47 +1.49 +1.86 +2.2  
+1.73 +1.47 +1.36 +1.33 +1.39 +1.4 +1.46 +1.52 +1.8 +2.11  
+1.57 +1.42 +1.38 +1.34 +1.38 +1.42 +1.47 +1.54 +1.79 +2.07  
+1.58 +1.41 +1.38 +1.37 +1.4 +1.47 +1.5 +1.6 +1.79 +2.08  
+1.64 +1.46 +1.42 +1.43 +1.44 +1.52 +1.55 +1.65 +1.84 +2.12

$\Gamma_{min}$	1.33
$\Gamma_{s3}$	1



Date : 29/11/02 Heure : 15:20:46  
Copyright (c) TERRASOL

Echelle : 1/200  
0 1 10



**TALREN 97**  
V1.3 - 01/05/1999  
TERRASOL

THEZIERS - Retenue sur le Briançon  
Talus amont  
Vidange rapide  
Fichier : theziers vidange.tal

Proj : 24M 576

Etude réalisée par :  
**SICSOL**

Figure :

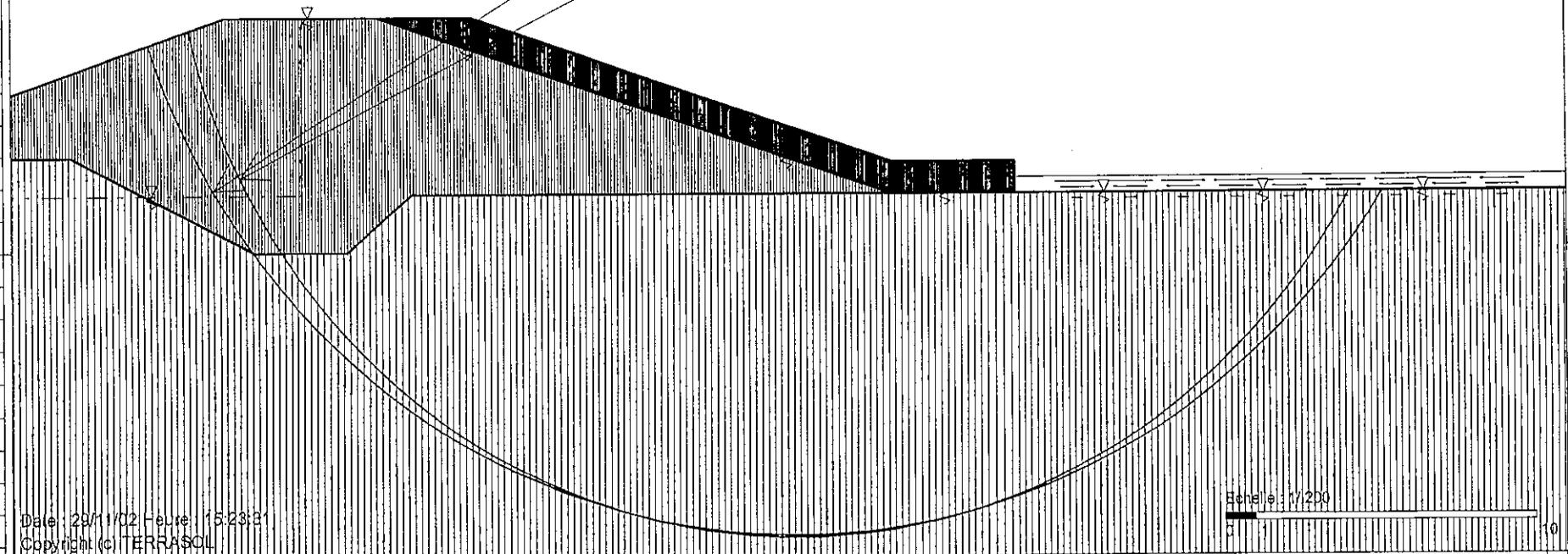
sol n°	1	2	3
$\gamma$	19	21	20
$\Gamma_{s1}$	.95	1.05	1.05
c	40	30	0
$\Gamma_c$	1.2	1.2	1.2
$\phi$	0	0	35
$\Gamma_\phi$	1	1	1.1

Unités : kN mètre et degré  
Méthode de calcul : Bishop

+2.1 +1.82 +1.73 +1.76 +1.69 +1.75  
+2.02 +1.76 +1.69 +1.69 +1.68 +1.75  
+1.96 +1.7 +1.68 +1.65 +1.66 +1.74  
+1.92 +1.68 +1.68 1.63 +1.69 +1.72  
+1.86 +1.67 +1.66 1.63 +1.7 +1.73  
+1.88 +1.71 +1.66 +1.7 +1.71 +1.79

Calcul 3

$\Gamma_{min}$	1.63
$\Gamma_{s3}$	1



**TALREN 97**  
V1.3 - 01/05/1999  
TERRASOL

THEZIERS - Retenue sur le Briançon  
Vidange rapide  
Pose d'enrochements  
Fichier : theziers enrochements.tal Proj : 24M 576

Etude réalisée par :  
**SICSOL**

Figure :

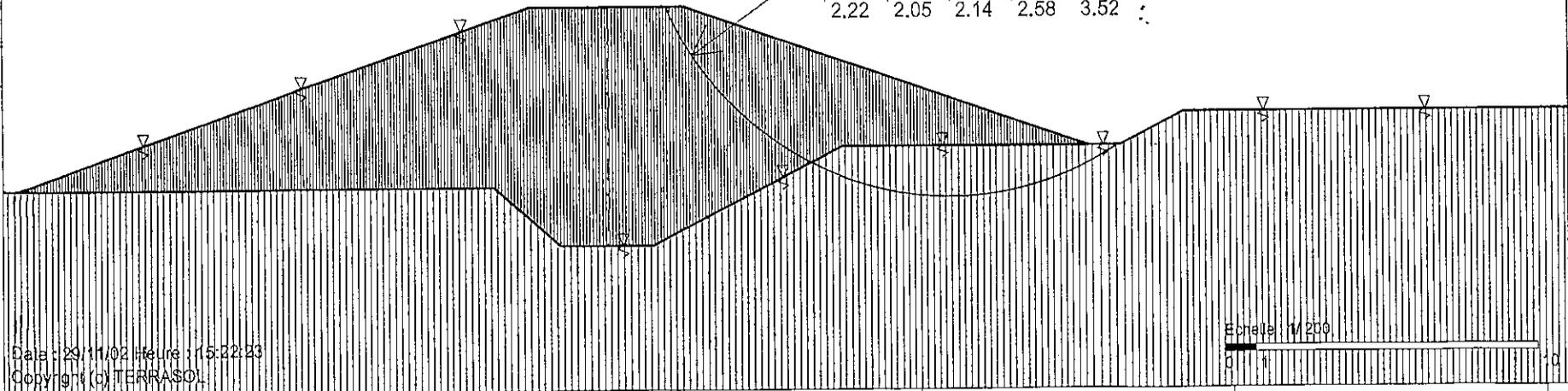
sol n°	1	2
$\gamma$	19	21
$\Gamma_{s1}$	.95	1.05
c	5	2
$\Gamma_c$	1.7	1.7
$\phi$	29	29
$\Gamma_\phi$	1.35	1.35

**Calcul 4**

Unités : kN mètre et degré  
Méthode de calcul : Bishop

+3.04 +1.78 +1.79 +1.91 +2.32  
+2.16 +1.96 +1.96 +2.14 +2.46  
+2.37 +2.13 +1.56 +1.84 +2.73  
+2.62 +1.83 +1.8 +2.14 +3.06  
+2.22 +2.05 +2.14 +2.58 +3.52 ;

$\Gamma_{min}$	1.56
$\Gamma_{s3}$	1



Date : 29/11/02 Heure : 15:22:23  
Copyright (c) TERRASOL



**TALREN 97**  
V1.3 - 01/05/1999  
TERRASOL

THEZIERS - Retenue sur le Briançon  
Talus aval  
Fichier : theziers crue.tal

Proj : 24M 576

Etude réalisée par :  
**SICSOL**

Figure :

## 4 Classification des missions géotechniques types

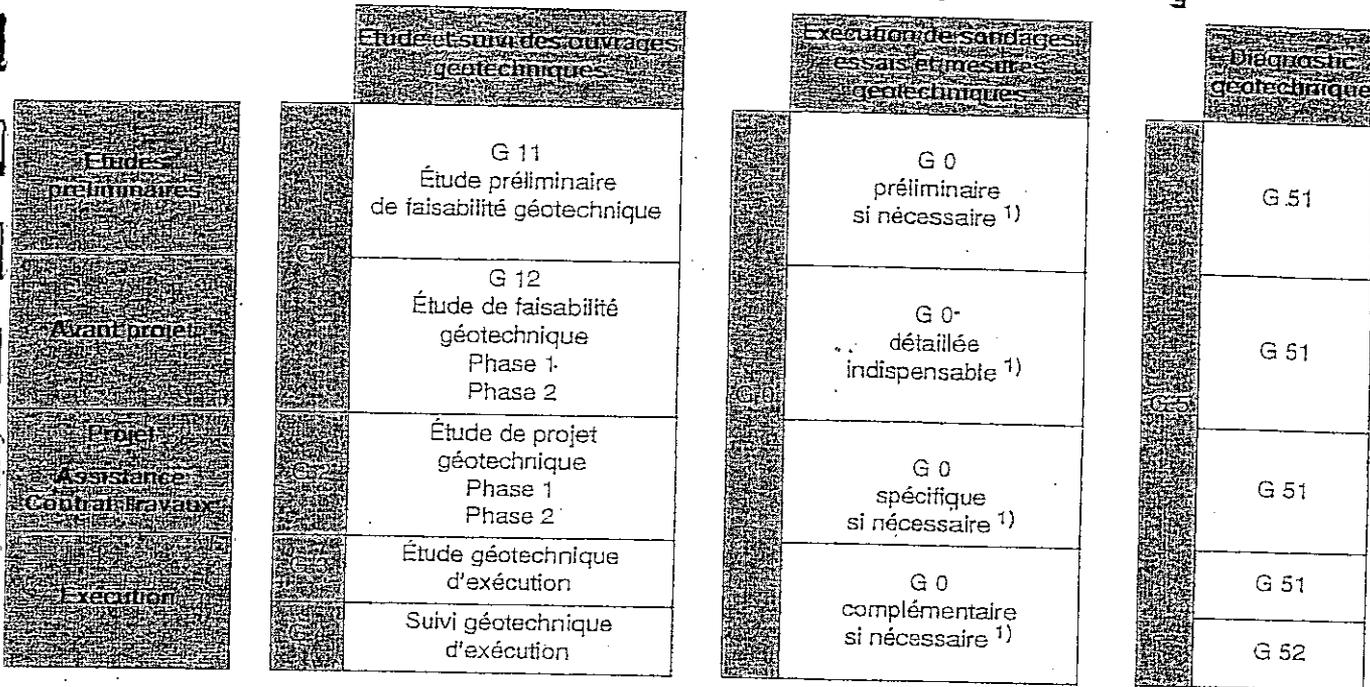
La classification des missions géotechniques types est donnée par le tableau 1 et la figure 1.

Tableau 1 — Classification des missions géotechniques types

<p>L'enchaînement des missions géotechniques suit les phases d'élaboration du projet. Les missions G 1, G 2, G 3, G 4 doivent être réalisées successivement. Une mission géotechnique ne peut contenir qu'une partie d'une mission type qu'après accord explicite entre le client et le géotechnicien.</p>
<p><b>G 0 Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Exécuter les sondages, essais et mesures en place ou en laboratoire selon un programme défini dans des missions de type G 1 à G 5 ;</li> <li>— Fournir un compte rendu factuel donnant la coupe des sondages, les procès verbaux d'essais et les résultats des mesures.</li> </ul> <p><i>Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou de conseil ainsi que toute forme d'interprétation.</i></p>
<p><b>G 1 Étude de faisabilité géotechnique</b></p> <p><i>Ces missions G 1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entre dans le cadre exclusif d'une mission d'étude de projet géotechnique G 2.</i></p> <p><b>G 11 Étude préliminaire de faisabilité géotechnique :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et préciser l'existence d'avoisnants ;</li> <li>— Définir si nécessaire une mission G 0 préliminaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;</li> <li>— Fournir un rapport d'étude préliminaire de faisabilité géotechnique avec certains principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain, mais sans aucun élément de prédimensionnement.</li> </ul> <p><i>Cette mission G 11 doit être suivie d'une mission G 12 pour définir les hypothèses géotechniques nécessaires à l'établissement du projet.</i></p> <p><b>G 12 Étude de faisabilité des ouvrages géotechniques (après une mission G 11) :</b></p> <p>Phase 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir une mission G 0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;</li> <li>— Fournir un rapport d'étude géotechnique donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisnants).</li> </ul> <p>Phase 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Présenter des exemples de prédimensionnement de quelques ouvrages géotechniques types envisagés (notamment : soutènements, fondations, améliorations de sols).</li> </ul> <p><i>Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude de projet géotechnique (mission G 2).</i></p>
<p><b>G 2 Étude de projet géotechnique</b></p> <p><i>Cette étude spécifique doit être prévue et intégrée dans la mission de maîtrise d'œuvre.</i></p> <p>Phase 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;</li> <li>— Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisnants), avec certaines notes de calcul de dimensionnement, une approche des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques.</li> </ul> <p>Phase 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel) ;</li> <li>— Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.</li> </ul>
<p><b>G 3 Étude géotechnique d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;</li> <li>— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivi, contrôle).</li> </ul> <p><i>Pour la maîtrise des incertitudes et aléas géotechniques en cours d'exécution, les missions G 2 et G 3 doivent être suivies d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G 4.</i></p>
<p><b>G 4 Suivi géotechnique d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suivre et adapter si nécessaire l'exécution des ouvrages géotechniques, avec définition d'un programme d'auscultation et des valeurs seuils correspondantes, analyse et synthèse périodique des résultats des mesures ;</li> <li>— Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;</li> <li>— Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.</li> </ul>
<p><b>G 5 Diagnostic géotechnique</b></p> <p><i>L'objet d'une mission G 5 est strictement limitatif, il ne porte pas sur la totalité du projet ou de l'ouvrage</i></p> <p><b>G 51 Avant, pendant ou après construction d'un ouvrage sans sinistre :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;</li> <li>— Étudier de façon approfondie un élément géotechnique spécifique (par exemple soutènement, rabattement, etc.) sur la base des données géotechniques fournies par une mission G 12, G 2, G 3 ou G 4 et validées dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans les autres domaines géotechniques de l'ouvrage.</li> </ul> <p><b>G 52 Sur un ouvrage avec sinistre :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;</li> <li>— Rechercher les causes géotechniques du sinistre constaté, donner une première approche des remèdes envisageables.</li> </ul> <p><i>Une étude de projet géotechnique G 2 doit être réalisée ultérieurement.</i></p>

ETAPES  
DE RÉALISATION  
DE L'OUVRAGE

MISSIONS GÉOTECHNIQUES



Ouvrage  
existant

G 0  
spécifique si nécessaire <sup>1)</sup>  
G 0  
spécifique indispensable <sup>1)</sup>

G 51 :  
sans sinistre  
G 52 :  
avec sinistre

<sup>1)</sup> À définir par le géotechnicien chargé de la mission.

Figure 1 — Schéma d'enchaînement des missions géotechniques