

Reconnaissances géotechniques, instrumentation et suivi des mouvements du sous-sol du quartier Acajou (Le Lamentin, Martinique)

Rapport final

BRGM/RP-59891-FR
Juin 2011

LE LAMENTIN

Géosciences pour une Terre durable
brgm

BRGM
3 5000 00081136 3

Reconnaissances géotechniques, instrumentation et suivi des mouvements du sous-sol du quartier Acajou (Le Lamentin, Martinique)

Rapport final

BRGM/RP-59891-FR
Juin 2011

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES & MINIÈRES
BIBLIOTHÈQUE CENTRALE

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 07RISE40

A.V Barras et C. Mathon

Avec la collaboration de
E.Plat et B. Le Moigne

Vérificateur :	**Approbateur :**
Nom : J.M. Mompelat	Nom : J.C Audru
Date : 11/07/2011	Date : 12/07/2011
	Signature :

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

LE LAMENTIN

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots clés : mouvements de terrain, argiles gonflantes, études géotechniques, instrumentation, Le Lamentin, Martinique, Acajou

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Barras A.V., Mathon C (2011) – Reconnaissances géotechniques, instrumentation et suivi des mouvements du sous-sol du quartier Acajou (Le Lamentin, Martinique) - Rapport final - BRGM-RP59891-FR, 150 p, 43 illustrations, 4 annexes

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Sur la commune du Lamentin (Martinique), au quartier Acajou, plusieurs habitations présentent des fissures, apparues il y a une dizaine d'années. En juin 2008, ces fissures se sont aggravées. La Ville du Lamentin a alors sollicité le BRGM pour "établir un diagnostic et définir les mesures urgentes à mettre en place" dans un premier temps puis pour conduire des reconnaissances géotechniques et un suivi des mouvements du sous-sol pendant 2 ans. Le BRGM est intervenu au titre de la convention signée en 2006 entre le BRGM et la Ville (prévoit un appui technique en cas de crise.

En décembre 2009, 4 sondages carottés ont été réalisés au sein de la zone à risque et en limite. Des échantillons ont été prélevés dans les argiles afin de tester leur susceptibilité aux phénomènes de retrait-gonflement et leurs caractéristiques géomécaniques. Sur cette base, des simulations de glissements de terrain ont été réalisées à partir du logiciel Talren97.

Les résultats de ces reconnaissances géotechniques et des simulations montrent :

- d'une part, que les argiles du site présentent une forte à très forte susceptibilité aux phénomènes de retrait-gonflement ;

- d'autre part, que la faible pente (en direction de la rivière Gondeau) sur laquelle repose Acajou est globalement stable.

Parallèlement, un suivi des mouvements du sous-sol a été mis en place de décembre 2008 à mai 2011 combinant plusieurs méthodes (par fissuromètres, inclinomètres et suivi topographique). Aucun de ces trois suivis ne révèle de mouvement de terrain significatif pendant la période de mesures. Les fissures, instrumentées chez un particulier n'ont quasiment pas évolué durant les deux années de mesure malgré les épisodes pluvieux importants d'octobre 2008 et du 5 mai 2009.

Les simulations corroborées par les suivis permettent à présent de conclure qu'aucun glissement d'ampleur n'est actuellement en cours. Il n'en reste pas moins que des terrassements locaux, mal maitrisés, peuvent provoquer des instabilités, de faible ampleur en regard de l'extension du versant, mais dommageables pour le lotissement.

Au vu de ces résultats, il est recommandé :

- que tous travaux de terrassement dans le secteur doivent être précédés d'une étude géotechnique déterminant leurs modalités de réalisation ;

- de poursuivre le suivi inclinométrique deux années encore ;

- de maîtriser la collecte et l'évacuation hors du site des eaux pluviales, de même que l'étanchéité des réseaux (eaux pluviales et eau potable) qui présentent de

nombreux dysfonctionnements et qui augmentent les effets de retrait-gonflement des argiles, principaux responsables des désordres observés dans ce lotissement ;

- aux particuliers, d'appliquer des règles simples (illustrées en chapitre 7 du rapport), pour s'affranchir ou limiter les effets de retrait-gonflement des argiles.

- Aux maîtres d'ouvrages, d'appliquer les principales mesures envisageables pour réduire l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur le bâti en faisant intervenir un bureau spécialisé.

Sommaire

1. Contexte et cadre de la mission 11

1.1. CONTEXTE ET RAPPELS HISTORIQUES 11

1.2. CADRE DE LA MISSION 11

2. Présentation du site 13

2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE 13

2.2. DÉFINITION DE LA ZONE À RISQUE EN 2008 14

2.3. ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN ET ÉVÉNEMENTS 17

2.3.1. Aléa mouvement de terrain selon le PPR 17

2.3.2. Événements anciens 17

2.3.3. Événements de 2008 19

2.4. DONNEES GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES DISPONIBLES 19

2.4.1. Données géologiques 19

2.4.2. Contexte hydrogéologique 20

3. Campagne géotechnique 21

3.1. TRAVAUX RÉALISÉS 21

3.2. RÉSULTATS 24

3.3. INTERPRÉTATIONS DE LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE DU SOUS-SOL 27

4. Calculs de stabilité de la pente 31

4.1. LES MESURES ET LEUR VALIDITÉ 31

4.2. LES CALCULS DE STABILITÉ 31

4.3. RÉSULTATS 32

4.4. CONCLUSIONS 34

5. Évaluation des phénomènes de retrait-gonflement des argiles 35

5.1. DÉFINITION 35

5.2. NATURE DES SOLS AU QUARTIER ACAJOU 36

5.3. DONNEES GÉOTECHNIQUES 36

5.4. TYPOLOGIE DES BÂTIMENTS SINISTRÉS ET HISTORIQUE DES DÉSORDRES 37

5.5. CONCLUSION 39

6. Mise en place d'un réseau de suivi et résultats 41

6.1. SUIVI DES FISSURES DE LA MAISON RETOUR 41

6.1.1. Installation de fissuromètres 41

6.1.2. Mesures 42

6.1.3. Résultats 43

6.1.4. Autres suivis visuels 45

6.1.5. Conclusion 45

6.2. SUIVI TOPOGRAPHIQUE 46

6.2.1. Installation de repères 46

6.2.2. Mesures 46

6.2.3. Résultats 46

6.2.4. Conclusion 50

6.3. SUIVI INCLINOMÉTRIQUES ET PIÉZOMÉTRIQUES 50

6.3.1. Installation de repères 50

6.3.2. Mesures 50

6.3.3. Résultats 51

6.3.4. Conclusion 51

7. Synthèse et recommandations 53

7.1. SYNTHÈSE 53

7.2. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS : 54

8. Bibliographie 57

Liste des illustrations

Illustration 1 : Plan de situation sur fond IGN 13

Illustration 2 : Détail du quartier Acajou (en bleu : secteur d'étude) 14

Illustration 3 : Exemple de désordres : fissures parcelle N°271 à gauche ; fissure colmatée parcelle N°280 à droite 15

Illustration 4 : Caniveau en partie effondré le long de l'impasse à gauche, fissure dans le sol – parcelle 566 à droite 15

Illustration 5 : Zone à risque définie le 29/06/2008 au vu des éléments disponibles 16

Illustration 6 : Extrait du zonage PPR de l'aléa mouvement de terrain 17

Illustration 7 : Ruines de 1980 au premier plan 18

Illustration 8 : Extraits de la carte et de la photo aérienne IGN des années 50 18

Illustration 9: Coupe géologique interprétative schématique d'orientation E-W du secteur 20

Illustration 10: Implantation des forages réalisés 21

Illustration 11: Vue de la réalisation des forages SC1 et SC2 22

Illustration 12: Vue de la réalisation des forages SC3 et SC4 22

Illustration 13: exemple d'équipement en inclinomètre (dans SC3) 23

Illustration 14: SC1 – Photos des carottes de 6 à 10 m (source : GEODE) 24

Illustration 15: SC2 – Photos des carottes de 12 à 22 m (source : GEODE) 25

Illustration 16: SC3 – photos des carottes de 12 à 24 m (source : GEODE) 26

Illustration 17 :SC4 – photos des carottes de 6 à 18 m (source : GEODE) 27

Illustration 18 : Coupe géologique à travers le secteur d'étude, de direction EW à partir des nouvelles données de sondages SC1, SC2 et SC4 28

Illustration 19 : Coupes schématiques des sondages SC1, SC2, SC3 et SC4 29

Illustration 20 : Résultats des essais de cisaillement Cp : cohésion de pic, Øp : angle de frottement de pic ; Cr : cohésion résiduelle, Ør : angle de frottement résiduel ; 31

Illustration 21 : Exemple de résultat de simulation de glissement de terrain sous Talren97 – Cas où F_s = 1.45 ; 32

Illustration 22 : Exemple de résultat de simulation de glissement de terrain sous Talren97 – Cas où c = 0, Ø = 24°) avec F_s = 1.52 ; 33

Illustration 22 : Rétro-analyse glissement de talus au niveau de la parcelle Télécom sous Talren97 – avec F_s < 1.3 ; 33

Illustration 24 - Principe d'attribution des notes de susceptibilité des formations argileuses en fonction du critère géotechnique 35
Illustration 25 – Valeur au bleu (VBS) et autres paramètres analysés ; en jaune, les valeurs supérieures à 8 de susceptibilité très forte 36
Illustration 26 - Dislocation de la bordure de la voie d'accès 38
Illustration 27 - Fissure au coin de l'habitation et déchaussement de pierre du soubassement 39
Illustration 28 : Nombreuses fissures dans le terrain de la parcelle 566 le 13/06/2008 (Barras, 2008) 40
Illustration 29 – Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche 40
Illustration 30 :Détail d'un fissuromètre 41
Illustration 31 : Fissuromètre n°1 installé verticalement dans le salon sur une fissure horizontale et n° 2 installé horizontalement sur une fissure verticale. 42
Illustration 32 : Dates de relevés des fissuromètres sur la maison 42
Illustration 33 : Pluviométrie mensuelle entre octobre 2008 et novembre 2010 au Lamentin (aéroport) 43
Illustration 34 : Récapitulatif des relevés des fissuromètres sur la maison 44
Illustration 30 : Fissure au coin de la fenêtre à droite de la porte d'entrée à différentes dates 45
Illustration 31 : Dislocation de la bordure de la voie d'accès 45
Illustration 32 : Dates des levés topographiques 46
Illustration 33 : Ecarts altimétriques(en Z) cumulés en mm entre aout 2009 et octobre 2010 – (source Cabinet Fuchs) 47
Illustration 34 : Déplacements planimétriques(en X et Y) en cm cumulés entre aout 2009 et octobre 2010 (source Cabient Fuchs) 48
Illustration 35 : écarts cumulés en mm entre aout 2009 et octobre 2010 – synthèse (source Cabinet Fuchs) - 49
Illustration 41 : Dates de mesures inclinométriques 50
Illustration 42 : Dates de mesures piézométriques 51
Illustration 43 – Mesures habituellement préconisées pour les maisons individuelles vis-à-vis du retrait-gonflement 55

Liste des annexes

Annexe 1 Coupes des sondages et analyses sur échantillons – Rapport de GEODE 59
Annexe 2 Résultats des modélisations sous Talren 83
Annexe 3 Fiche de lecture des fissuromètres n°1 et n°2 115
Annexe 4 Mesures inclinométriques – Rapport de GEODE 119

Annexe 5 Fiches des principales mesures envisageables pour réduire l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur le bâti du Ministère de l'Ecologie, de l'Aménagement et du Développement durables (2008)..... 126

1. Contexte et cadre de la mission

1.1. CONTEXTE ET RAPPELS HISTORIQUES

En juin 2008, la Ville du Lamentin a été interpelée par un habitant de la cité Acajou (M. Retour – parcelle n° 398) signalant une aggravation récente des désordres qui affectent son habitation depuis plusieurs années.

La Ville et la DIREN de Martinique ont alors sollicité le BRGM pour "établir un diagnostic et définir les mesures urgentes à mettre en place". Le BRGM est intervenu en juin 2008 au titre de la convention "Prévention et mitigation des risques de mouvements de terrain sur la commune du Lamentin", signée en 2006, entre le BRGM et la Ville, qui prévoit un appui technique en cas de crise.

Des reconnaissances de terrain ont été menées et plus d'une trentaine d'habitations ont été visitées entre le 13 et le 17 juin 2008 conduisant à un inventaire des désordres et à la définition d'une zone à risque. Par ailleurs, le bureau Véritas a été mandaté par la Ville pour inspecter la maison Retour, se prononcer sur sa solidité et, le cas échéant, sur la nécessité de l'évacuer.

Une réunion plénière a été organisée le 18 juin 2008 par le Maire du Lamentin. Le BRGM a indiqué que des fissures importantes sur plusieurs maisons et en particulier celles de la maison Retour, ont été constatées. Il n'était pas possible d'interpréter ces désordres comme résultant incontestablement d'une instabilité d'ensemble du versant, en raison en particulier d'une répartition erratique des désordres. Un phénomène de retrait-gonflement des argiles pouvait en être également la cause. Cependant, compte tenu de l'importance des désordres, l'hypothèse d'un mouvement d'ensemble ne pouvait être écartée. Il était alors impossible avec les éléments disponibles (en particulier, l'absence de données sur les causes des instabilités) de prévoir l'évolution du phénomène, en particulier une brusque accélération pouvant entrainer la ruine partielle ou totale des constructions exposées.

De fait, des reconnaissances géotechniques et une instrumentation du site pour un suivi ont été recommandées.

1.2. CADRE DE LA MISSION

La Ville a donc mandaté la BRGM par voie d'avenant à la convention "Prévention et mitigation des risques de mouvements de terrain sur la commune du Lamentin" pour 1) la mise en place et le suivi de la campagne géotechnique comprenant la réalisation de 4 forages carottés avec essais en laboratoire sur échantillons, équipés en piézomètres ou en inclinomètres et 2) le suivi des mouvements du sol et leur interprétation.

Cela comprend les tâches suivantes :

- rédiger le cahier des charges de l'appel d'offre et analyser les offres ;

- réceptionner les travaux réalisés de forage et d'essais en laboratoire ;

- faire des recommandations pour le suivi des mouvements du sous-sol ;

- poursuivre le suivi, par fissuromètres, des désordres affectant la maison Retour initié en 2008 par le BRGM dans le cadre de sa convention sur les mouvements de terrain avec la Ville;

- interpréter les résultats de la campagne géotechnique en réalisant notamment des calculs de stabilité de pente ;

- interpréter les résultats de suivi.

Le présent rapport fait état de l'ensemble de ces travaux et des résultats obtenus. Dans le détail, il présente :

- le site (chapitre 2),
- rend compte de l'exécution de la campagne géotechnique (chapitre 3) et
- de la mise en place d'un suivi (chapitre 6).
- les résultats obtenus (chapitre 4 et 5) et
- les recommandations qui en découlent (chapitre 7).

2. Présentation du site

2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le secteur Acajou se situe sur la commune du Lamentin (Martinique), entre la Rivière Gondeau et le rond-point « Mercedes » de la RD14, situé au nord du centre commercial La Galleria (*voir illustration 1*).

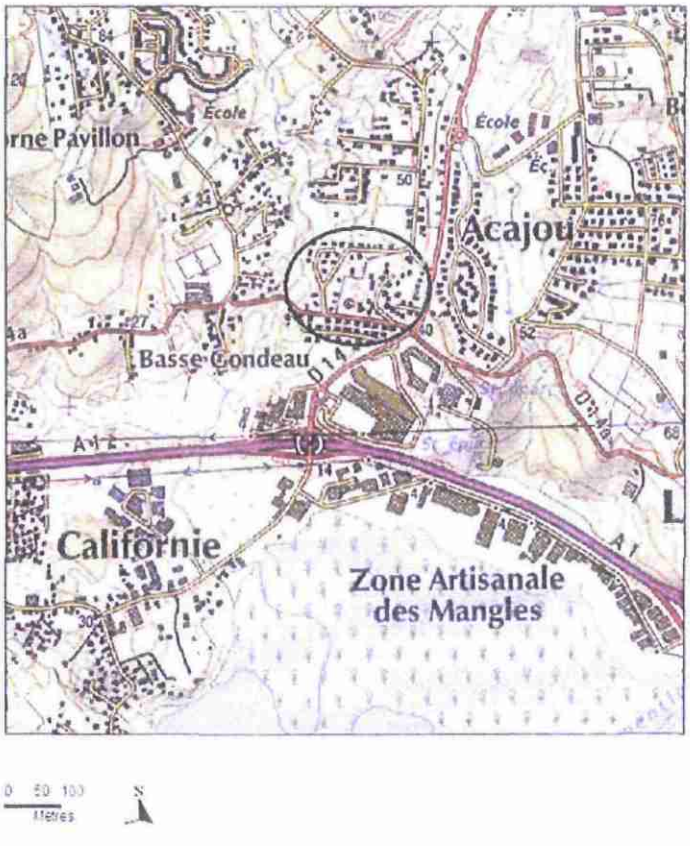


Illustration 1 : Plan de situation sur fond IGN

Il comprend la cité Acajou, Acajou-Les Bambous et Acajou-Marvel et rassemble un peu plus de quatre-vingt-dix maisons individuelles et bâtiments collectifs (illustration 2).

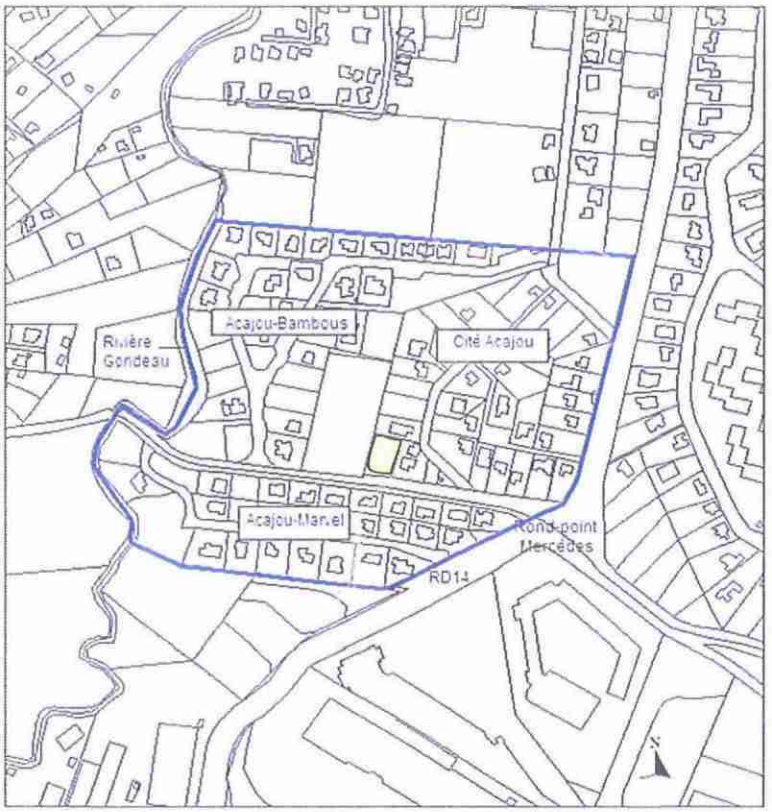


Illustration 2 : Détail du quartier Acajou (en bleu : secteur d'étude)

2.2. DÉFINITION DE LA ZONE À RISQUE EN 2008

D'après les observations de 2008, les constats suivants ont été faits (*Barras, 2008*):

1. Au niveau de la Cité Acajou, plusieurs habitations présentent des fissures, mais de façon disparate. Il semble néanmoins que les désordres se concentrent sur les habitations à l'ouest de la cité. Les désordres sont signalés depuis 2002. Pour certains, une aggravation s'est produite en 2008. Les habitations situées à l'est et plus particulièrement celles le long de la RD14 sont exemptes de désordres.

2. Au niveau du lotissement Acajou - les Bambous, plusieurs habitations, notamment celles situées en aval immédiat du site Telecom mais également au centre (ex. habitation Hildéral) et jusqu'à la rivière présentent des désordres importants et nombreux. Les fissures sont apparues au cours des années 2000. Les propriétaires interrogés n'ont pas relevé une évolution particulière des désordres en 2008. Seul le séisme du

29 novembre 2007 a aggravé la situation pour certains. Les habitations situées au nord de la ravine sont, elles, exemptes de désordres.

3. Enfin, au niveau d'Acajou-Marvel, seules les habitations situées le long de la voie Californie ont été visitées. Aucune ne présente de fissures importantes. Seule la voie de Californie est déformée et nécessite depuis longtemps et constamment des travaux de réfection.

Au vu de ces éléments, une zone à risque a été définie (voir illustration 3), elle correspond à l'aire a priori la plus exposée à des désordres en cas de mouvement d'ensemble. Il avait été recommandé que toute modification ou évolution dans cette zone soit à considérer avec beaucoup d'attention et qu'une surveillance soit mise en place.



Illustration 3 : Exemple de désordres : fissures parcelle N°271 à gauche ; fissure colmatée parcelle N°280 à droite



Illustration 4 : Caniveau en partie effondré le long de l'impasse à gauche, fissure dans le sol – parcelle 566 à droite

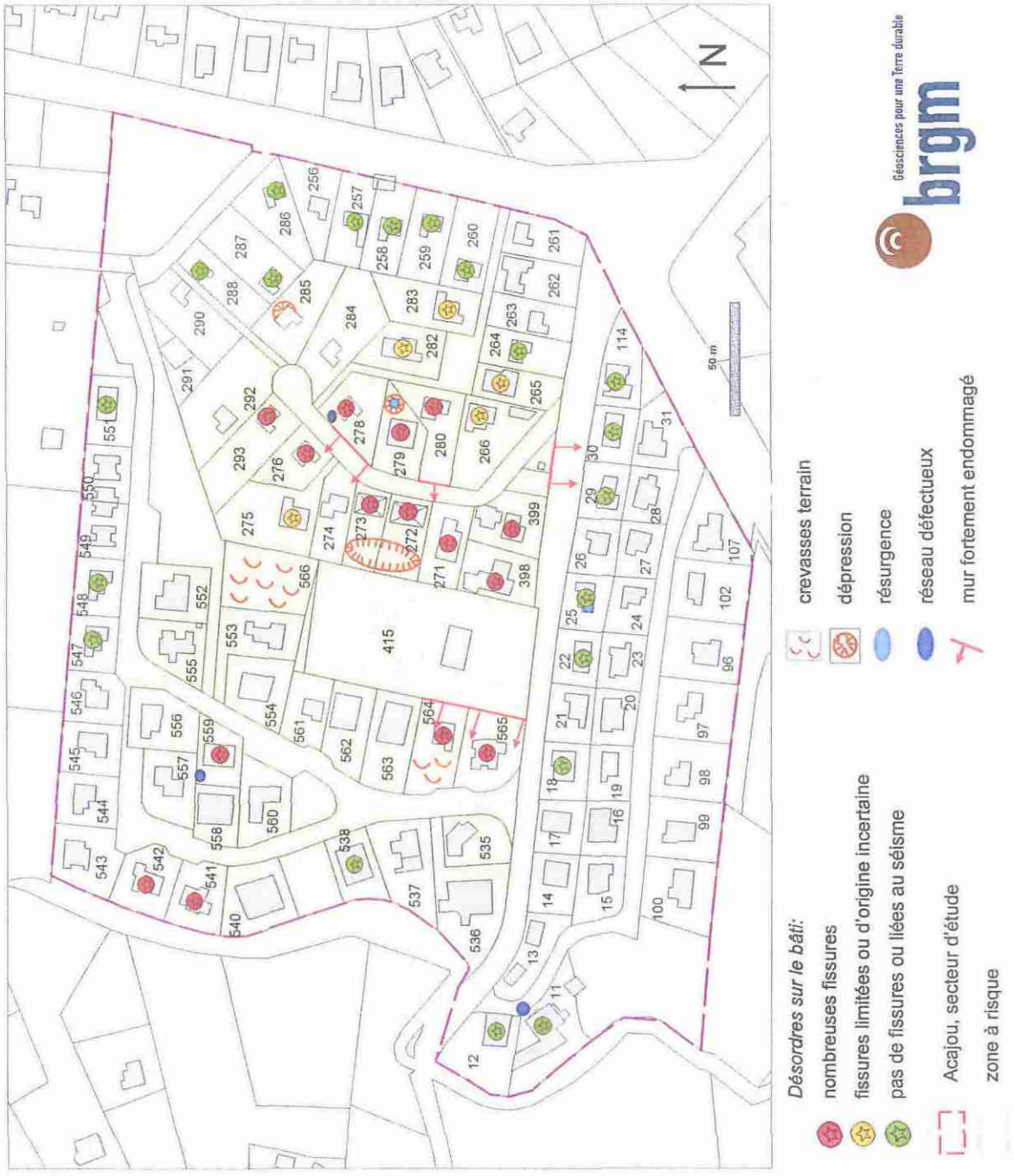


Illustration 5 : Zone à risque définie le 29/06/2008 au vu des éléments disponibles

2.3. ALÉA MOUVEMENT DE TERRAIN ET ÉVÉNEMENTS

2.3.1. Aléa mouvement de terrain selon le PPR

Le secteur Acajou est classé, dans son ensemble, en zone réglementaire « jaune » dans le P.P.R en vigueur. Cela correspond à un aléa mouvement de terrain de niveau moyen.

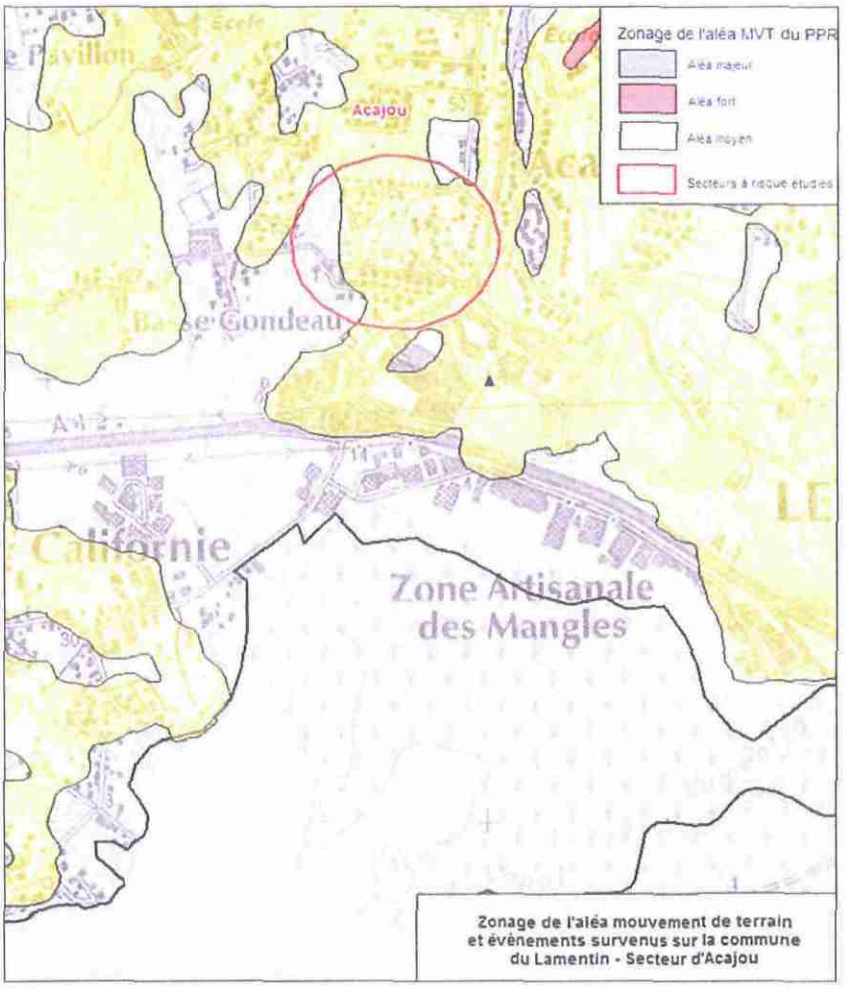


Illustration 6 : Extrait du zonage PPR de l'aléa mouvement de terrain

2.3.2. Événements anciens

D'après nos recherches (Barras, 2008), des travaux de terrassement sur la parcelle Telecom, **dans les années 80**, sans protection particulière, ont déstabilisé les terrains situés immédiatement à l'amont, entrainant la ruine de deux maisons.



Illustration 7 : Ruines de 1980 au premier plan

Antérieurement, un glissement de terrain s'est produit dans le secteur d'acajou, au sud-est, **en 1967** *(triangle violet sur l'illustration 6)* d'après la base de données nationale des mouvements de terrain.

Une analyse de la photo aérienne et de la carte IGN datant des années 50 a été faite. À cette époque, la zone est occupée par des plantations, probablement cannières, alimentant la « distillerie Acajou ». Les anciennes courbes de niveaux ont été digitalisées et comparées à la topographie actuelle (carte IGN 2004).

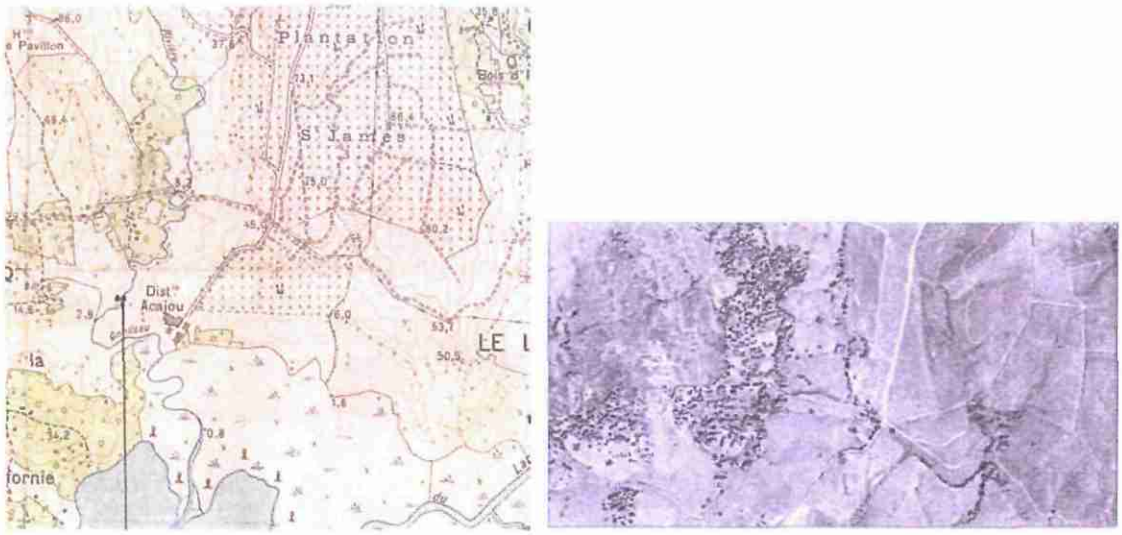


Illustration 8 : Extraits de la carte et de la photo aérienne IGN des années 50

Il n'a pas été observé de façon évidente des signes d'instabilités anciennes. En revanche, le site était en partie occupé par une ravine qui a été comblée par la suite.

2.3.3. Événements de 2008

En 2008, les reconnaissances de terrain révèlent que plusieurs habitations présentent des fissures. Elles se situent toutes au nord de la voie communale Californie, depuis le rond-point Mercedes jusqu'à la ravine (axe Est-Ouest). *A contrario*, les habitations d'Acajou-Marvel se trouvant au Sud de la route semblent exemptes de désordres importants (seulement quelques fissures fines).

Au niveau des terrains, il n'a pas été possible d'identifier des signes d'instabilité récents et évidents tels que des ressauts topographiques, des niches d'arrachement. Seules des fissures dans le terrain, profondes et nombreuses par endroit, ont été observées près de maisons fissurées.

D'après les informations disponibles, ce phénomène de déformations du sous-sol est actif depuis au moins 10 ans et a connu – au moins localement (maison Retour) - une activation en mai 2008.

2.4. DONNEES GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES DISPONIBLES

2.4.1. Données géologiques

D'après la carte géologique de la Martinique au 50 000ème et sa notice (1989), le secteur se situerait sur un substratum constitué d'empilements de coulées de lave massives à enveloppes brêchiques (pαm2f), d'épaisseur décamétrique, issues du volcanisme du S et SW martiniquais dont l'appareil fissural est le Morne Pavillon (-7 Ma - million d'années). À l'Est du secteur, une coulée d'andésite (1α2) issue de la première phase volcanique du morne Jacob (-4.4 Ma) est probablement venue remplir une paléo-vallée creusée au sein des laves plus anciennes. Cette coulée arme le morne qui se trouve à l'est de la RD 14.

Généralement, ces produits volcaniques ont subi une forte altération et se sont peu à peu transformés en altérites qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Des formations de pente (colluvions) dont l'épaisseur varie avec la pente (plus forte en bas des pentes) ou bien des alluvions peuvent couvrir le tout. Une coupe géologique interprétative schématique du secteur, d'orientation E-W, a été élaborée en 2008 (*voir illustration suivante*).

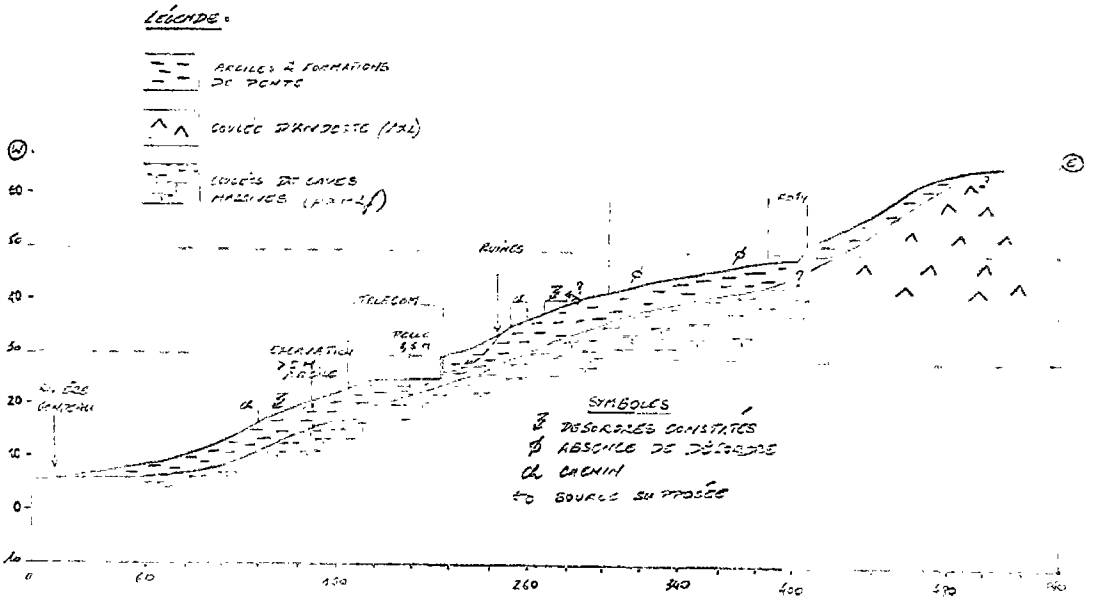


Illustration 9: Coupe géologique interprétative schématique d'orientation E-W du secteur

2.4.2. Contexte hydrogéologique

Les coulées d'andésites deviennent saines en profondeur. Les discontinuités de cette lave en font un aquifère potentiel qui a été repéré à 30 m de profondeur dans un sondage de recherche d'eau, en aval. Les terrains superficiels sont constitués de colluvions et d'argiles d'altération à faible perméabilité et par conséquent peu propices à la circulation d'eau. Toutefois, leur très forte hétérogénéité peut se traduire par des circulations d'eau préférentielles et donc localisées. Ainsi, les niveaux piézométriques peuvent atteindre la surface en cas de très fortes pluies (Barras, 2008).

L'enquête menée auprès des riverains a confirmé l'existence d'écoulements souterrains et de résurgences dans les années 50-60. Depuis, ces sources ont été comblées et ne sont plus visibles à l'heure actuelle. La présence d'eaux souterraines est indéniable, mais la géométrie et les caractéristiques hydrodynamiques des aquifères qui les contiennent sont actuellement inconnues.

D'autre part, des désordres constatés sur les réseaux d'eaux usées, pluviales (canal effondré, affouillement au niveau de buse) et d'alimentation en eau potable (fuites observées) engendrent des infiltrations.

3. Campagne géotechnique

Suite aux recommandations formulées à l'issue des investigations de 2008 (Barras, 2008), une campagne de reconnaissances géologique et géotechnique a été réalisée.

Le cahier des charges de la campagne géotechnique a été rédigé par le BRGM. Sur cette base, un appel d'offres a été lancé par la Ville du Lamentin. Le bureau d'études GEODE a été sélectionné par la Ville pour réaliser les travaux de forages et d'instrumentation.

3.1. TRAVAUX RÉALISÉS

Quatre sondages carottés sur toute leur longueur, répartis sur le secteur identifié « à risque », ont été réalisés au mois de décembre 2009 (*illustrations 10,11 et 12,*). L'un d'entre eux, SC2, se situe au droit de la zone glissée des années 80, en amont immédiat de la parcelle TELECOM et proche de la parcelle Retour. SC1 et SC3 se trouvent dans la zone à risque, l'un en partie aval et l'autre en bordure nord, proche de la ravine avant son busage. Enfin, SC4 se situe en amont de la zone, théoriquement hors de la zone à risque.



Illustration 10: Implantation des forages réalisés



Illustration 11: Vue de la réalisation des forages SC1 et SC2

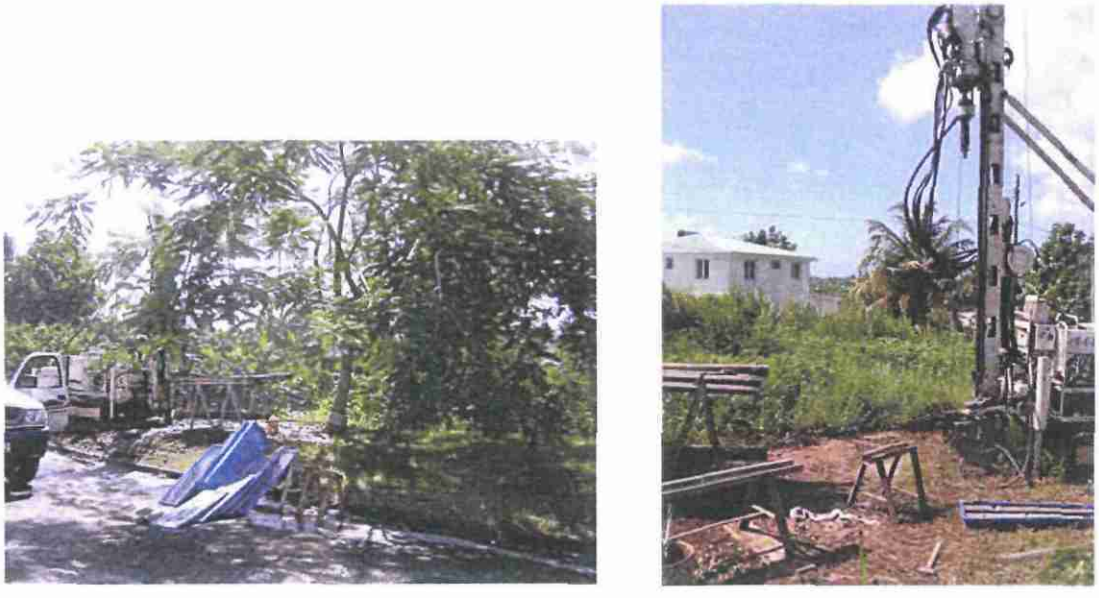


Illustration 12: Vue de la réalisation des forages SC3 et SC4

Les profondeurs atteintes sont les suivantes :

Forage	SC1	SC2	SC3	SC4
Profondeur atteinte (m)	13.50	21.10	28.60	26.00

La réalisation des forages a été suivie par GEODE et le BRGM. Les forages ont été arrêtés lorsque le substratum rocheux était atteint.

Dans chaque forage, lorsque des argiles ont été rencontrées, des échantillons intacts y ont été prélevés pour analyse en laboratoire. Ces essais avaient pour objectifs 1 / de mesurer leur susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement et 2 / de déterminer leurs caractéristiques géomécaniques. Au total, ce sont 13 échantillons qui ont été prélevés. Les résultats ont été disponibles en avril 2010.

Équipements des forages :

- Deux des 4 forages - SC1 et SC4 – ont été équipé d'un **piézomètre** permettant de suivre le niveau d'eau dans le sous-sol (nappe phréatique). Ces piézomètres présentent les caractéristiques suivantes :

  - pour SC1 (TN –terrain naturel : 11.18 m) : début de la crépine à -2 m, fin à -26 m, tube PVC de diamètre 55 mm ; niveau d'eau à 4.5 m le 01/12/09 ;

  - pour SC4 (TN : 49.57 m) : début de la crépine à -2 m, fin à -13.50 m, tube PVC de diamètre 55 mm ;

- Les deux autres forages (SC2 et SC3), ont été équipés chacun d'un tube **inclinométrique** permettant, avec la sonde du même nom, de mesurer les éventuels déplacements latéraux dans le sous-sol. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

  - pour SC2 (cote de la tête 0.17 m/TN) : direction A orientation N280°

  - pour SC3 (cote de la tête 0.17 m/TN) : direction A orientation N305

  Une **mesure dite de l'état zéro** – de référence a été faite par GEODE afin de mesurer dans le temps les éventuels déplacements du versant en profondeur. Une défaillance du matériel de GEODE a rendu ses résultats inexploitables. Une nouvelle mesure de référence a donc été faite, le 23/07/2010 sur SC2 et le 18/10/2010 sur SC3.



Illustration 13: exemple d'équipement en inclinomètre (dans SC3)

3.2. RÉSULTATS

Les coupes des forages ont été dressées par GEODE et sont présentées en annexe 1.

Forage SC1 – Aval

Dans SC1, situé à l'aval du quartier, le substratum rocheux a été atteint à 8 mètres de profondeur. Il correspond à une andésite rocheuse, saine. Il est surmonté, depuis la surface, de 0.40 m remblais puis d'une argile plastique de 4.5 m d'épaisseur et enfin d'une andésite altérée de 3.50 m d'épaisseur. Trois échantillons ont été prélevés dans les argiles plastiques (à -1, -2 m et à la base vers -4 m). Un échantillon a été prélevé au sein des andésites altérées mais sa consistance ne permettait pas de faire des essais.

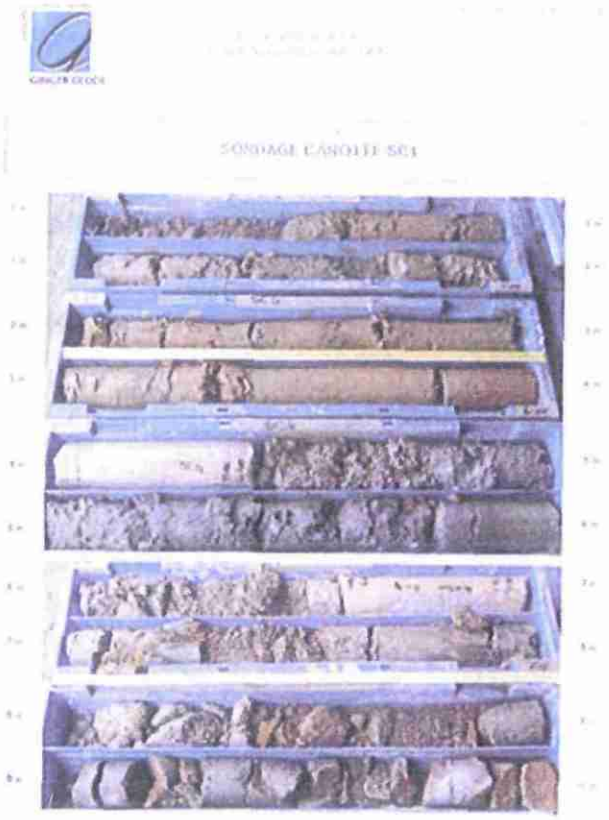


Illustration 14: SC1 – Photos des carottes de 6 à 10 m (source : GEODE)

Forage SC2 – glissement supposé

Dans SC2, situé au droit du glissement supposé, le toit du substratum (andésites) est atteint à 20.40 m de profondeur. Les vingt premiers mètres sont constitués d'une andésite argileuse, pouvant être très altérée (comme le niveau compris entre -15.20 m

et 20.40 m), présentant une couleur lie-de-vin (cf. illustration ci-dessous). 3 échantillons ont été prélevés dans les andésites altérées (à -1 m, -4 m, -5.5 m).

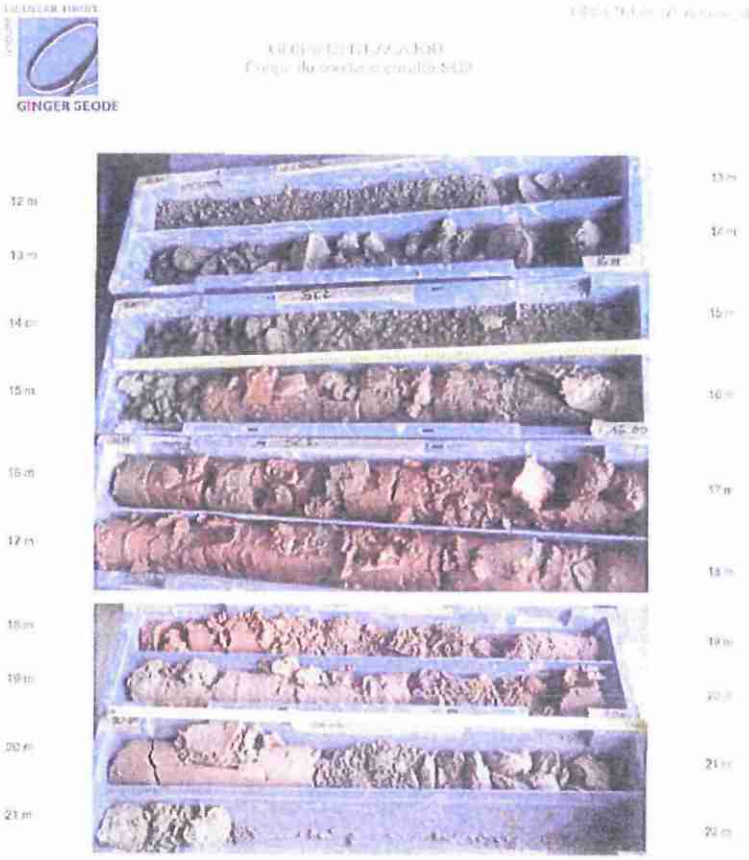


Illustration 15: SC2 – Photos des carottes de 12 à 22 m (source : GEODE)

Forage SC3 – coté ravine, au nord

Dans SC3, le toit du substratum est atteint à -26 m. Il correspond à une andésite rocheuse. Il est surmonté, depuis la surface, par 4.50 m de remblais et d'une argile plastique puis par des niveaux d'andésites altérées plus ou moins argileux. Comme pour SC2, un niveau argileux, couleur lie-de-vin, est présent au contact avec le toit rocheux (ici de -20 à - 25 m). 3 échantillons ont été prélevés : à – 1.6/2 m ; - 4m et -7 m.



Illustration 16: SC3 – photos des carottes de 12 à 24 m (source : GEODE)

Forage SC4 – amont

Dans le forage SC4, le toit du substratum (lave) est atteint à -26 m. Il est surmonté, depuis la surface, par 3.10 m d'argile plastique puis par des niveaux altérées plus ou moins argileux. Entre 11.75 et 15 m, il s'agit d'une argile plastique, humide.



Illustration 17 :SC4 – photos des carottes de 6 à 18 m (source : GEODE)

3.3. INTERPRÉTATIONS DE LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE DU SOUS-SOL

Après comparaison avec la coupe géologique interprétative proposée en 2008, l'épaisseur des argiles *s.s.* et formations de pente est plus réduite, de l'ordre de 4 m d'épaisseur au maximum. En revanche, l'épaisseur d'altérites (argiles dans lesquelles la structure initiale du substratum est encore identifiable) atteint plus de 20 mètres. La coupe géologique tenant compte des nouvelles données de sondages (SC1, SC2 et SC4) pourrait être la suivante :

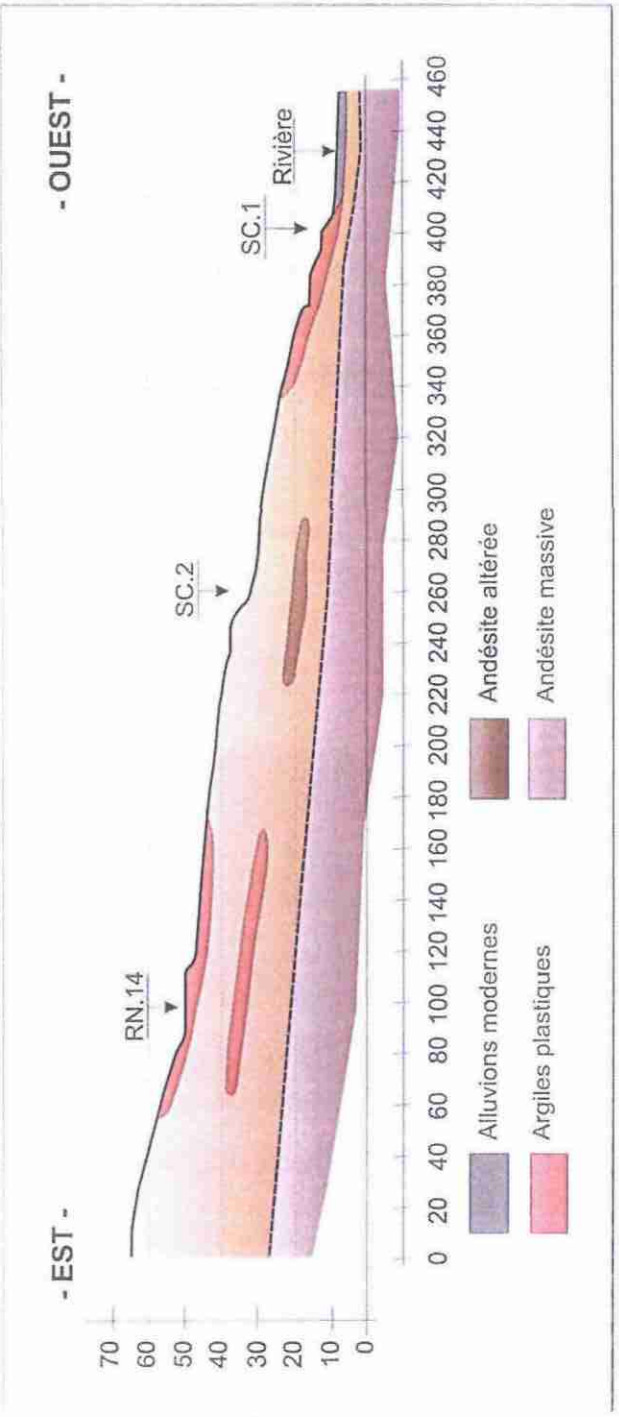


Illustration 18 : Coupe géologique à travers le secteur d'étude, de direction EW à partir des nouvelles données de sondages SC1, SC2 et SC4

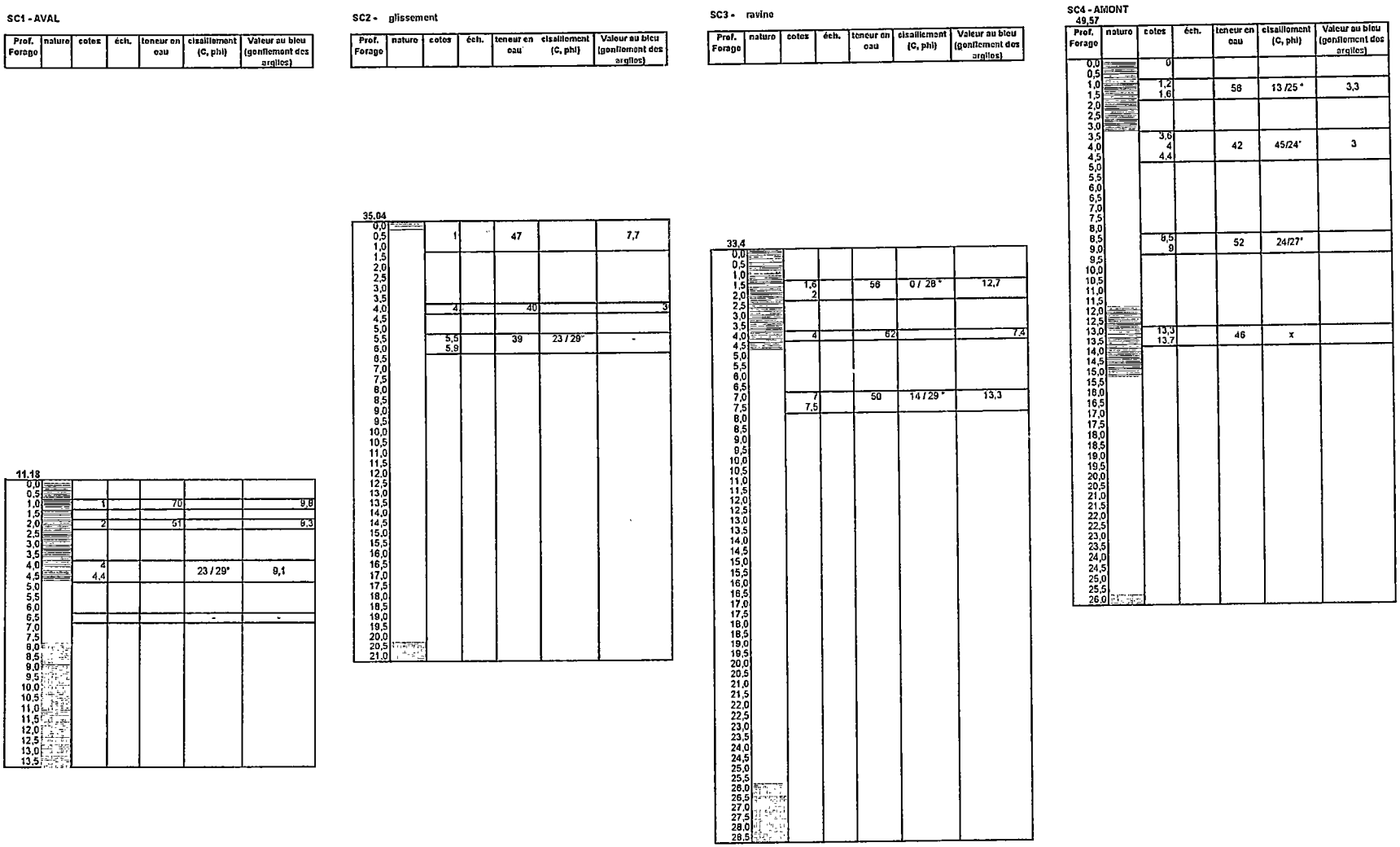


Illustration 19 : Coupes schématiques des sondages SC1, SC2, SC3 et SC4

4. Calculs de stabilité de la pente

4.1. LES MESURES ET LEUR VALIDITÉ

Les essais de cisaillement ont été réalisés en condition « consolidée drainée » (essais lents drainés). Les caractéristiques mécaniques intrinsèques – cohésion c et angle de frottement Ø – résiduelle ainsi obtenues dans les argiles et les altérites sont les suivantes :

Sondage	SC1		SC2		SC3		SC4	
Paramètres	Cp Cr	Øp Ør	Cp Cr	Øp Ør	Cp Cr	Øp Ør	Cp Cr	Øp Ør
Argiles	- 23	- 29°	- -	- -	1 0	29° 28°	15 13	29° 25°
Altérites	-	-	- 23	- 29°	55 14 - -	23° 29° - -	32 24 38 45	28° 27° 28° 24°
Argiles profondes							0 -	36° -

Illustration 20 : Résultats des essais de cisaillement Cp : cohésion de pic, Øp : angle de frottement de pic ; Cr : cohésion résiduelle, Ør : angle de frottement résiduel ;

Les résultats bruts fournis par GEODE font l'objet de l'annexe 1.

Il en ressort que globalement les caractéristiques mécaniques intrinsèques de pic des andésites altérées sont meilleures que celles des argiles plastiques des formations de pente ; cela reste vrai pour les caractéristiques résiduelles. Toutes formations confondues, les cohésions résiduelles mesurées sont faibles à moyennes (0 à 24 kPa), les angles de frottement internes résiduels sont moyens dans les andésites altérées, à forts dans les argiles plastiques.

4.2. LES CALCULS DE STABILITÉ

Le site étant plutôt homogène, en termes de morphologie, nous avons étudié la stabilité (globalement et par tronçons) d'un seul profil de pente. Il s'agit d'un profil Est-Ouest passant entre les sondages SC.1 et SC.2. Les simulations ont été réalisées à

l'aide du logiciel Talren97 (calculs « à la rupture »). Compte-tenu de la pente globale relativement faible du site – 8° maximum soit environ 14% - et des caractéristiques mécaniques des formations constituant le sous-sol du site, nous avons pris le parti de *ne considérer qu'une seule « couche » entre la surface et le substratum massif. Dans* cette couche nous avons fait varier à la fois les valeurs des caractéristiques mécaniques (0, 13 et 16 kPa pour c, 27 et 29° pour Ø) et la profondeur de la nappe phréatique. L'ensemble de ces simulations fait l'objet de l'annexe 2.

4.3. RÉSULTATS

En l'absence de nappe phréatique, quelles que soient les caractéristiques mécaniques prises en compte - y compris une cohésion nulle -, le versant est globalement très stable puisque les facteurs de sécurité F_s calculés sont toujours proches ou supérieurs à 3 voire 4 (l'instabilité latente d'une pente se traduit par un facteur de sécurité inférieur à 1.5, sachant que dans tous les cas il ne peut être inférieur à 1.3). Localement, les talus avals des rues/routes dont la pente est accentuée (jusqu'à 33 % en général), le F_s peut « descendre » légèrement sous 1.3, ce qui est sans incidence sur la stabilité du versant, ni sur celle des talus en question (cercles de peau) compte-tenu des hypothèses de calcul très conservatrices.

En présence d'une nappe phréatique, les facteurs de sécurité diminuent. Nous avons considérés 2 profils de toit pour cette nappe, l'un pour lequel sa profondeur sous le lotissement n'excède pas 5 m, l'autre pour lequel cette profondeur n'excède pas 2 m (localement sub-affleurante). Dans le premier cas les F_s restent supérieurs à 2 (stabilité globale assurée), il en va de même dans le second (F_s > 1,5) sauf localement où il vaut 1,45 (environs de SC.2, cf. Illustration 21), mais c'est dans le cas très conservateur où la cohésion est nulle et la nappe largement sub-affleurante. Un test a été fait avec des *caractéristiques encore plus défavorables (c = 0, Ø = 24°) mais non confirmées par les* résultats d'essais en laboratoire : le Fs reste proche de 1,4 (cf. illustration 22).

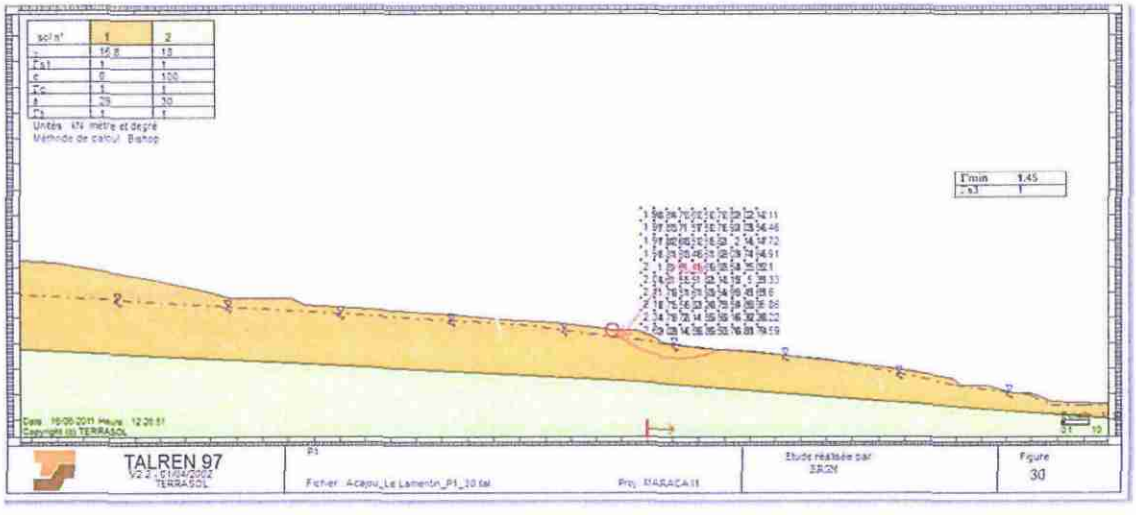


Illustration 21 : Exemple de résultat de simulation de glissement de terrain sous Talren97 – Cas où F_s = 1.45 ;

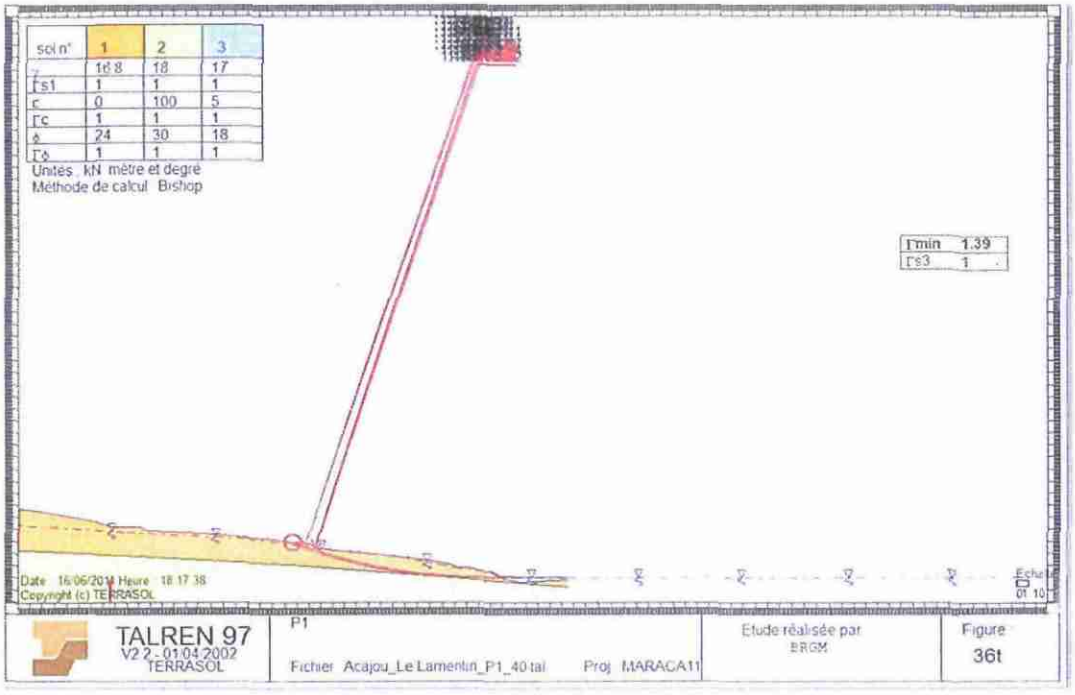


Illustration 22 : Exemple de résultat de simulation de glissement de terrain sous Talren97 – Cas où c = 0, Ø = 24°) avec F_s = 1.52 ;

Enfin, des simulations ont été faites au niveau du talus qui domine la parcelle ex-France Télécom. Les résultats donnent un F_s<1.3.

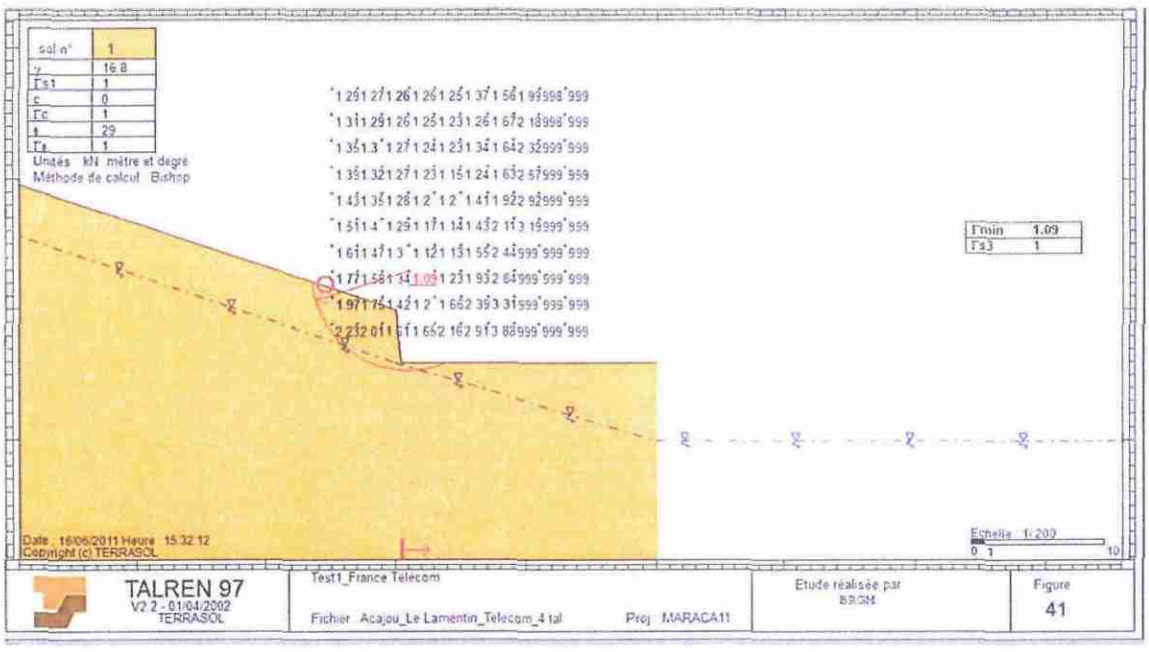


Illustration 23 : Rétro-analyse glissement de talus au niveau de la parcelle Télécom sous Talren97 – avec F_s < 1.3 ;

4.4. CONCLUSIONS

Les simulations sous Talren97 suggèrent que dans les conditions décrites, le versant parait globalement stable. Il n'en reste pas moins que des terrassements locaux, mal maitrisés, peuvent provoquer des instabilités, de faible ampleur en regard de l'extension du versant, mais dommageables pour le lotissement, l'exempie du « terrassement France Télécom », à proximité immédiate de la maison Retour, l'a montré et la simulation Talren de l'illustration 22 le confirme.

5. Évaluation des phénomènes de retrait-gonflement des argiles

5.1. DÉFINITION

Les **phénomènes de retrait-gonflement** sont dus pour l'essentiel à des variations de volume de formations argileuses sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau. Ces variations de volume se traduisent par des mouvements différentiels de terrain, susceptibles de provoquer des désordres au niveau du bâti.

La nature du sol et du sous-sol constitue un **facteur de prédisposition** prédominant dans le mécanisme de retrait-gonflement : seules les formations géologiques présentant des minéraux argileux sont sujettes au phénomène et leur susceptibilité dépend de leur lithologie, de leur géométrie, de leur minéralogie et de leur comportement géotechnique.

L'un des principaux essais habituellement utilisés pour caractériser le comportement géotechnique du matériau vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement est la **valeur de bleu (de méthylène)**. Les seuils retenus pour ces différents paramètres sont issues de la littérature (Chassagneux *et al.*, 1995 ; Matchenko, 2001). Concernant l'indice de plasticité, les seuils à 12 et 25 ont été volontairement décalés vers 15 et 30 du fait de l'expérience acquise dans le cadre de la cartographie de l'aléa retrait-gonflement au 1/50 000 des départements métropolitains (Plat *et al.*, 2009).

Valeur de bleu (g/100 g)	Retrait linéaire	Coefficient de gonflement	Indice de plasticité (%)	Susceptibilité	Note géotechnique
< 2,5	< 0,4	< 0,025	< 15	Faible	1
2,5 à 6	0,4 à 0,65	0,025 à 0,05	15 à 30	Moyenne	2
6 à 8	0,65 à 0,75	0,05 à 0,09	30 à 40	Forte	3
> 8	≥ 0,75	≥ 0,09	≥ 40	Très forte	4

Illustration 24 - Principe d'attribution des notes de susceptibilité des formations argileuses en fonction du critère géotechnique

L'étude sur le phénomène de retrait-gonflement des argiles en Martinique, réalisée par le BRGM en 2009-2010 (*Plat, 2010*), a montré que les sols argileux en Martinique présentent une susceptibilité forte à très forte, à l'exception des sols peu évolués sur cendres. Les sols fersiallitiques, les vertisols et les ferrisols semblent présenter les valeurs de bleu moyennes les plus fortes.

5.2. NATURE DES SOLS AU QUARTIER ACAJOU

D'après la carte pédologique simplifiée à 1/20 000 de l'IRD-IRAD, le quartier Acajou est concerné par des ferrisols.

Ces sols ont une proportion de kaolinite très importante (minéral argileux non gonflant) mais peuvent être parfois associés à des quantités notables de montmorillonites (Atlan, 1990) qui sont des minéraux gonflants.

La fraction argileuse de l'échantillon prélevé à 1,6 m de profondeur au niveau de SC3 a été analysée par le laboratoire du BRGM (Plat, 2010) par diffractométrie des rayons X. Le résultat montre que la fraction argileuse est composée de 37 % d'interstratifiés smectites-chlorite et 63 % de kaolinite. Cela confère à cet échantillon, d'après les classifications habituellement utilisées par le BRGM, une susceptibilité moyenne au gonflement.

5.3. DONNEES GÉOTECHNIQUES

Dans le cadre de cette campagne géotechnique, 10 mesures au bleu (notées VBS) ont été effectuées par GEODE - Géolab Caraïbes afin de mesurer la susceptibilité au retrait-gonflement des argiles du quartier Acajou. Les résultats sont présentés dans le tableau de l'illustration 25.

Sondage	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Densité sèche	Densité humide	VBS (g/100g)
SC1	1,0	70	0,92	1,56	**9,8**
SC1	2,0	51	1,13	1,70	**8,3**
SC1	4,0/4,4	46	1,17	1,70	**9,1**
SC2	1,0	47	1,06	1,55	**7,7**
SC2	4,0	40	1,20	1,68	**3,0**
SC3	1,6/2,0	56	1,04	1,61	**12,7**
SC3	4,0	62	1,00	1,62	**7,4**
SC3	7,0/7,5	50	1,17	1,78	**13,3**
SC4	1,2/1,6	56	1,08	1,68	**3,3**
SC4	3,6/4,0	42	1,29	1,82	**3,0**

Illustration 25 – Valeur au bleu (VBS) et autres paramètres analysés ; en jaune, les valeurs supérieures à 8 de susceptibilité très forte

Les valeurs rencontrées sont relativement élevées d'après la classification de Chassagneux *et al.*, 1995 présentée au paragraphe précédent. Ainsi 3 passes sur 10 sont décrites comme présentant une susceptibilité moyenne au retrait-gonflement ; 2 passes sur 10 ont une susceptibilité forte et **5 passes sur 10 possèdent une susceptibilité très forte**, y compris en surface (SC3).

Les valeurs maximales sont atteintes dans le forage SC3 (ravine) et SC1 (aval). Au niveau de SC2 (zone de ruines), la valeur est de 7.7 en surface ; la susceptibilité

est forte, quasi très forte. Les valeurs au niveau de SC4 (amont) situé hors du secteur à risque, sont, elles plus faibles (VBS = 3 en surface) conférant à l'amont une susceptibilité moyenne.

5.4. TYPOLOGIE DES BÂTIMENTS SINISTRÉS ET HISTORIQUE DES DÉSORDRES

Les bâtiments présents dans les trois quartiers du secteur Acajou (Cité-Acajou, Acajou-Les Bambous et Acajou-Marvel) sont principalement des maisons individuelles. Les désordres observés en 2008 correspondent principalement à des fissurations au niveau des murs et des dallages et à des décollements de bâtiments annexes. De plus, certains habitants ont mentionné la fissuration du sol de leur terrain et principalement en période de sécheresse. Le type de désordres et ces observations sont caractéristiques du phénomène de retrait-gonflement, bien qu'ils puissent être dus également à d'autres phénomènes.

Une enquête complémentaire a été menée par le BRGM auprès des habitants sinistrés (7 habitations) du quartier Acajou le 20 avril 2010. L'objectif était de définir une typologie des habitations touchées par les désordres.

Le quartier Acajou a été construit afin de reloger les habitants expropriés lors du développement de la zone industrielle de Californie. Les habitations ont, dans l'ensemble, été construites à la même période : 1964-1965. Les habitants ne possèdent aucune information technique sur les méthodes de construction de leur maison. Les habitations visitées possèdent rarement un vide sanitaire et aucune n'était construite sur pilotis.

Les murs des maisons sinistrées ont été réalisés en maçonnerie (briques rouges).

Dans plus de la moitié des cas, les maisons des personnes interrogées possédaient un trottoir étanche en périphérie. Le système de collecte des eaux pluviales des habitations est dans l'ensemble efficace selon les riverains. Les eaux pluviales recueillies sur chaque propriété sont soit rejetées dans le caniveau de la rue, soit dans des puisards raccordés au tout-à-l'égout. Près de la moitié des sinistrés ont aménagé un système de drainage afin d'évacuer efficacement les eaux qui tombent sur leurs terrains. Toutefois, la gestion globale des eaux de surfaces est inefficace : dans quatre cas, les habitants nous ont évoqué l'occurrence régulière de dégâts des eaux en périodes pluvieuses. On peut supposer également que les réseaux divers d'eaux potables, pluviales et usées subissent des fissures, tassements, ...de même origine que ceux observés sur le bâti.

La quasi-totalité des habitations visitées lors de l'enquête présentait des arbres de grandes tailles à une distance inférieure à 5 m des murs extérieurs. Certains arbres présentent un système racinaire affleurant qui se poursuit sous les habitations.

Deux propriétés du quartier Acajou sont davantage affectées par des désordres qui ne cessent de s'aggraver. Les autres riverains ne signalent pas d'aggravation des dégâts.

La maison 1 est une maison de plain-pied construite en briques rouges. Le système de drainage des eaux pluviales est efficace d'après son propriétaire.

De nombreuses fissures s'observent sur le sol, les murs et les cloisons de la maison. On observe également des jeux croissants au niveau des huisseries. Ces désordres sont apparus en novembre 2006.

Certains faits interpellent sur la potentialité de retrait-gonflement des argiles. Par exemple, le chemin d'accès est bétonné. En bordure de cette dalle, des blocs se détachent (Illustration 26). D'après son propriétaire, ces éléments individualisés suivent les mouvements périodiques du sol : en période de carême, les morceaux disloqués de la dalle s'affaissent et en période pluvieuse ces éléments se réalignent avec le reste de la dalle. De plus, en saison sèche, aux endroits où la dalle n'est pas abîmée, un décollement entre le sol et la dalle est observable.



Illustration 26 - Dislocation de la bordure de la voie d'accès

La maison 2 date de 1964 ; c'est une maison en briques rouges qui ne dispose pas de trottoir étanche en périphérie ni de réseau de drainage des eaux pluviales.

Lors de l'enquête de terrain du BRGM en 2008, des fissures au niveau de la cuisine, sur la face ouest de la maison et au niveau des escaliers extérieurs avaient été identifiées. Une fuite d'une canalisation AEP de plusieurs litres par seconde avait également été constatée au niveau du pignon NO de la maison, l'eau s'infiltrant dans le sous-sol. Par ailleurs, en période de pluies, la propriétaire nous a signalé des venues d'eaux importantes sur le terrain. Depuis 2008, certaines fissures se sont accentuées notamment celle au coin ouest de la maison. Cette dernière s'est élargie et prolongée vers le soubassement où une pierre s'est déchaussée (Illustration 27). On note la

proximité immédiate d'arbres (Tamarinier) dont le système racinaire semble radiaire et peu profond.



Illustration 27 - Fissure au coin de l'habitation et déchaussement de pierre du soubassement

5.5. CONCLUSION

D'une part, les mesures au bleu réalisées dans les forages montrent une forte à très forte susceptibilité des argiles au retrait-gonflement, présentes en surface et sur plusieurs mètres d'épaisseur (environ 4 m).

D'autre part, les facteurs suivants aggravent les phénomènes de retrait-gonflement :

- variations hydriques connues au sud du quartier par une gestion globale des eaux de surfaces inefficace : dans quatre cas, les habitants ont évoqué l'occurrence régulière de dégâts des eaux en périodes pluvieuses ;

- présence d'arbres de grandes tailles à une distance inférieure à 5 m des façades des habitations.

Ces résultats et observations rendent compte d'une forte potentialité de retrait-gonflement des argiles. Les mouvements périodiques du sol et l'apparition périodique de fissures constatées dans les terrains corroborent cette potentialité de retrait-gonflement des argiles provoquant des dégâts importants sur les habitations.



Illustration 28 : Nombreuses fissures dans le terrain de la parcelle 566 le 13/06/2008 (Barras, 2008)

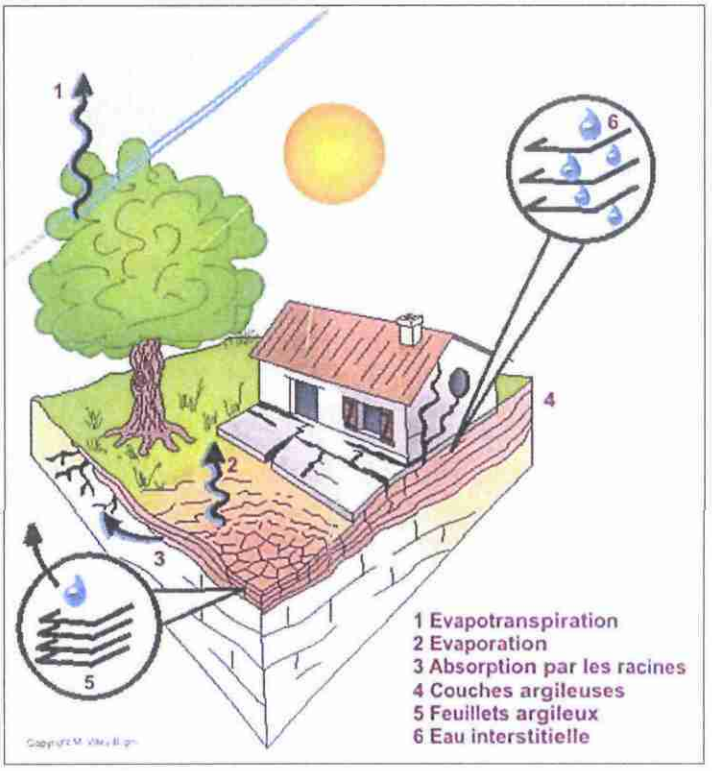


Illustration 29 – Schématisation de la dessiccation des sols argileux en période sèche

6. Mise en place d'un réseau de suivi et résultats

6.1. SUIVI DES FISSURES DE LA MAISON RETOUR

6.1.1. Installation de fissuromètres

En 2008, la maison Retour (parcelle 398), qui présentait des désordres importants (Cf. chapitre 1) a été instrumentée. Deux fissuromètres ont été installés le 01/12/2008.

Un fissuromètre est un dispositif permettant de mesurer le déplacement relatif des lèvres d'une fissure/lézarde. Il est constitué de 2 petites plaques de plexiglas, l'une graduée, l'autre pourvue d'une mire (illustration 30 photo de gauche). Chacune des plaques est fixée à l'aide de vis sur le mur de part et d'autre de la fissure. Lorsque l'une ou les 2 parties du mur s'écartent, la mire va se déplacer sur la plaque graduée et enregistrer le déplacement (photo de droite). Une lecture régulière du fissuromètre permet de caractériser le sens du mouvement et sa vitesse. Les déplacements enregistrés peuvent être très petits (inférieurs au millimètre), et passer inaperçu à l'œil nu.

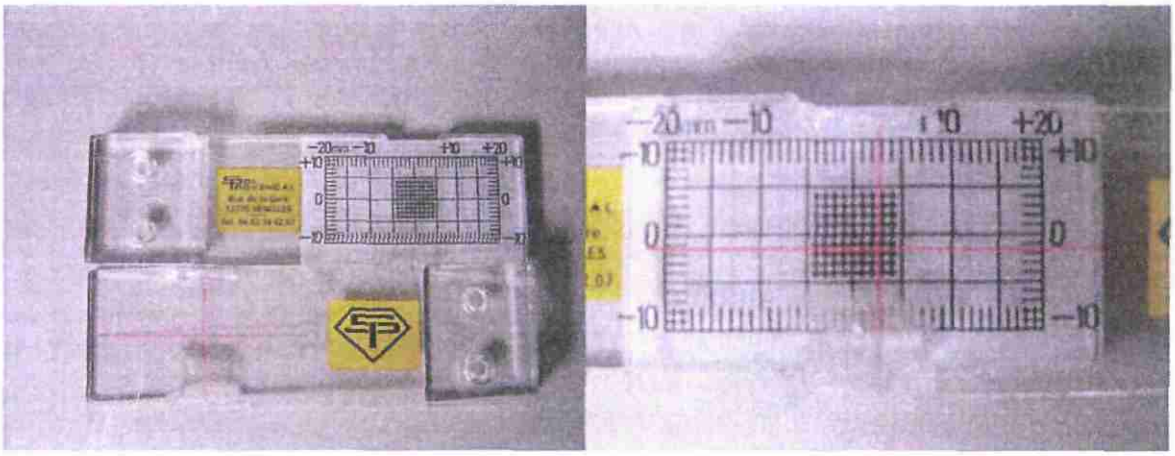


Illustration 30 :Détail d'un fissuromètre

Le premier (fissuromètre n°1) a été installé sur la cloison ouest de la cuisine coté salon, tandis que le deuxième (fissuromètre n°2) est positionné sur la cloison sud côté cuisine. Ils visent à observer l'évolution de deux larges lézardes déjà ouvertes de plusieurs millimètres.



Illustration 31 : Fissuromètre n°1 installé verticalement dans le salon sur une fissure horizontale et n° 2 installé horizontalement sur une fissure verticale.

6.1.2. Mesures

Depuis leur installation, une lecture des fissuromètres a été effectuée régulièrement, en moyenne tous les 3 mois durant deux années (décembre 2008 – décembre 2010).

À chaque visite, il a été opéré à : (i) une lecture des deux fissuromètres, (ii) une comparaison des photographies prises d'un même point et (iii) la rédaction d'un compte-rendu, diffusé à la Ville et au propriétaire. Le tableau suivant récapitule l'ensemble des visites effectuées. Ce sont au total 7 mesures qui ont été faites.

Date	13 et 17/06/2008	10/10/2008	01/12/2008	14/01/2009	03/04/2009	15/06/2009	28/01/2010	20/04/2010	08/07/2010	01/12/2010
	1ère reconnaissance	Reconnaissances pendant les pluies de 2008	Installation des fissuromètres	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7

Illustration 32 : Dates de relevés des fissuromètres sur la maison

Ces mesures ont été mises en perspectives avec la pluviométrie mensuelle mesurée à la station METEO – aéroport la plus proche (à 3 km du quartier Acajou). Cf. illustration 33.

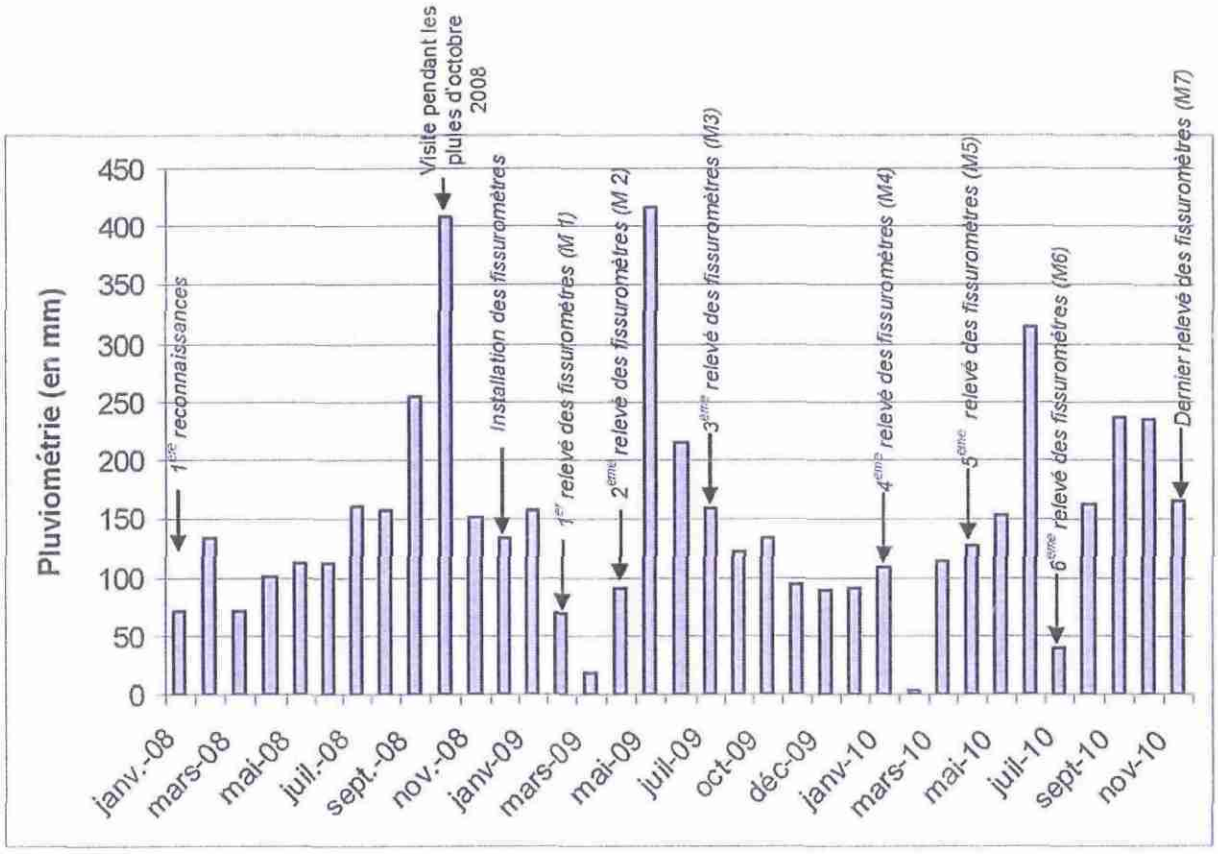


Illustration 33 : Pluviométrie mensuelle entre octobre 2008 et novembre 2010 au Lamentin (aéroport).

6.1.3. Résultats

Une évolution des fissures à l'œil nu avait été perceptible entre juin 2008 et octobre 2008. En revanche, aucune évolution des deux fissures sur lesquelles sont installées les fissuromètres n'a été constatée entre le 15/06/2009 et le 01/12/2010.

Les mesures sur les fissuromètres se trouvent en annexe 3 et sont récapitulées dans le tableau de l'illustration 34.

Mesure	Date	Observations	Évolution des fissures	Déplacements mesurés sur les fissuromètres (en mm)		
				sens	F1	F2
-	13 et 17/06/2008	1ère reconnaissance	-			
-	10/10/2008	Reconnaissances pendant les pluies de 2008	Évolution des fissures	-	-	-
				-	-	-
-	01/12/2008	Installation des fissuromètres	De légères propagations sont visibles	-	-	-
				-	-	-
M 1	14/01/2009	1er relevé des fissuromètres	Pas d'évolution visible à l'œil nu des fissures témoins	**Horizontal**	**- 0.5**	**- 0.5**
				Vertical	**0,0**	**0,0**
M 2	03/04/2009	2ème relevé des fissuromètres	Pas d'évolution visible à l'œil nu des fissures témoins	**Horizontal**	**- 0.2**	**0,0**
				Vertical	**0,0**	**0,0**
M 3	15/06/2009	3ème relevé des fissuromètres	Pas d'évolution visible à l'œil nu des fissures témoins	**Horizontal**	**- 0.5**	**0,0**
				Vertical	**0,0**	**0,0**
M 4	28/01/2010	4ème relevé des fissuromètres et identifications de nouvelles fissures	Pas d'évolution visible à l'œil nu des fissures témoins	**Horizontal**	**- 0.5**	**+ 0.5**
				Vertical	**- 1.5**	**-1.0**
M 5	20/04/2010	5ème relevé des fissuromètres et identifications de nouvelles fissures	Pas d'évolution visible à l'œil nu des fissures témoins	**Horizontal**	**0.0**	**0.0**
				Vertical	**- 0.5**	**0.0**
M 6	08/07/2010	6ème relevé des fissuromètres	Pas d'évolution visible à l'œil nu des fissures témoins	**Horizontal**	**+0.2**	**0.0**
				Vertical	**+0.2**	**0.0**
M7	01/12/2010	7ème relevé des fissuromètres	Pas d'évolution visible à l'œil nu des fissures témoins	**Horizontal**	**0.0**	**0.0**
				Vertical	**-0.5**	**0.0**

Illustration 34 : Récapitulatif des relevés des fissuromètres sur la maison

Pour le fissuromètre n°1, le déplacement horizontal cumulé depuis son installation est de 1.4 mm. Le déplacement vertical cumulé est de 2 mm. Il indique un mouvement de rapprochement des lèvres de la fissure, autrement dit à une fermeture de celle-ci depuis la mise en place des fissuromètres. Un retour à des conditions d'hydratation proche de celle existantes lors de la pose du fissuromètre pourrait expliquer la fermeture des fissures

Pour le fissuromètre n°2, Le déplacement horizontal cumulé depuis son installation est nul. De même, le déplacement vertical cumulé est nul.

6.1.4. Autres suivis visuels

En complément, un suivi visuel de la fissure au coin d'une de fenêtre de l'habitation a été fait. Il n'y a pas eu d'évolution.



Illustration 35 : Fissure au coin de la fenêtre à droite de la porte d'entrée à différentes dates

Au niveau du chemin bétonné d'accès, il a été constaté l'affaissement (20/04/2010) d'un bloc disloqué de la dalle puis son retour à l'état initial (08/07/2010) puis un nouvel affaissement (01/12/2010).



Illustration 36 : Dislocation de la bordure de la voie d'accès

6.1.5. Conclusion

Les fissures, instrumentées en décembre 2008 n'ont quasiment pas évolué durant les deux années de suivi malgré les épisodes pluvieux importants d'octobre 2008 et du 5 mai 2009, précédés par des périodes relativement sèches. Les mouvements du sous-sol (glissement de terrain ou retrait-gonflement des argiles) ont

donc été minimes voire nuls. Ceci implique soit que le glissement de terrain responsable se soit stabilisé malgré des épisodes de fortes pluies d'octobre 2008 et mai 2009 (ce qui est étonnant) ; soit que les conditions hydriques (forte sécheresse / réhumidification) nécessaires à des phénomènes de retrait-gonflement des argiles n'ont pas été rassemblées durant cette période.

Les autres fissures observées lors des différentes visites ne montrent également pas de mouvement significatif visible à l'œil nu.

Les mouvements périodiques des parties disloquées de la voie d'accès en béton sont des éléments en faveur d'un phénomène de retrait-gonflement des argiles.

6.2. SUIVI TOPOGRAPHIQUE

6.2.1. Installation de repères

Le Cabinet FUCHS a été mandaté par la Ville du Lamentin pour la pose de repères fixes répartis sur le secteur Acajou et pour leur nivellement 1 fois par trimestre pendant une année.

17 repères fixes ont été installés. Leur position planimétrique (en X et Y) a été nivelée au théodolite. Un plan a été ainsi fourni.

6.2.2. Mesures

Depuis leur installation, 5 mesures ont été réalisées durant une année, entre décembre 2009 et octobre 2010.

Date	01/12/ 2008	27/08/ 2009	17/12/ 2009	26/03/ 2010	.../07/ 2010	29/10/ 2010
	Installation des repères	N1	N2	N3	N4	N5

Illustration 37 : Dates des levés topographiques

6.2.3. Résultats

Les écarts cumulés entre aout 2009 et octobre 2010 en altitude (Z) et en plan (X, Y) sont présentés dans les deux graphiques suivants.

D'après ces données, les écarts altimétriques (en Z) oscillent entre – 8 mm et + 5 mm ; les écarts planimétriques entre 2.1 cm et -1.4 cm.

Seules les bases situées à l'extérieur ne bougent pas (P1, P2.1, P5 et P13). Les bases situées le long du chemin de la Californie ainsi que P6 et P4 située à l'Est donnent une tendance à l'affaissement (écarts en Z négatifs). Toutes les autres bases, à l'exception d'un point dans la zone à risque, montrent une surrection.

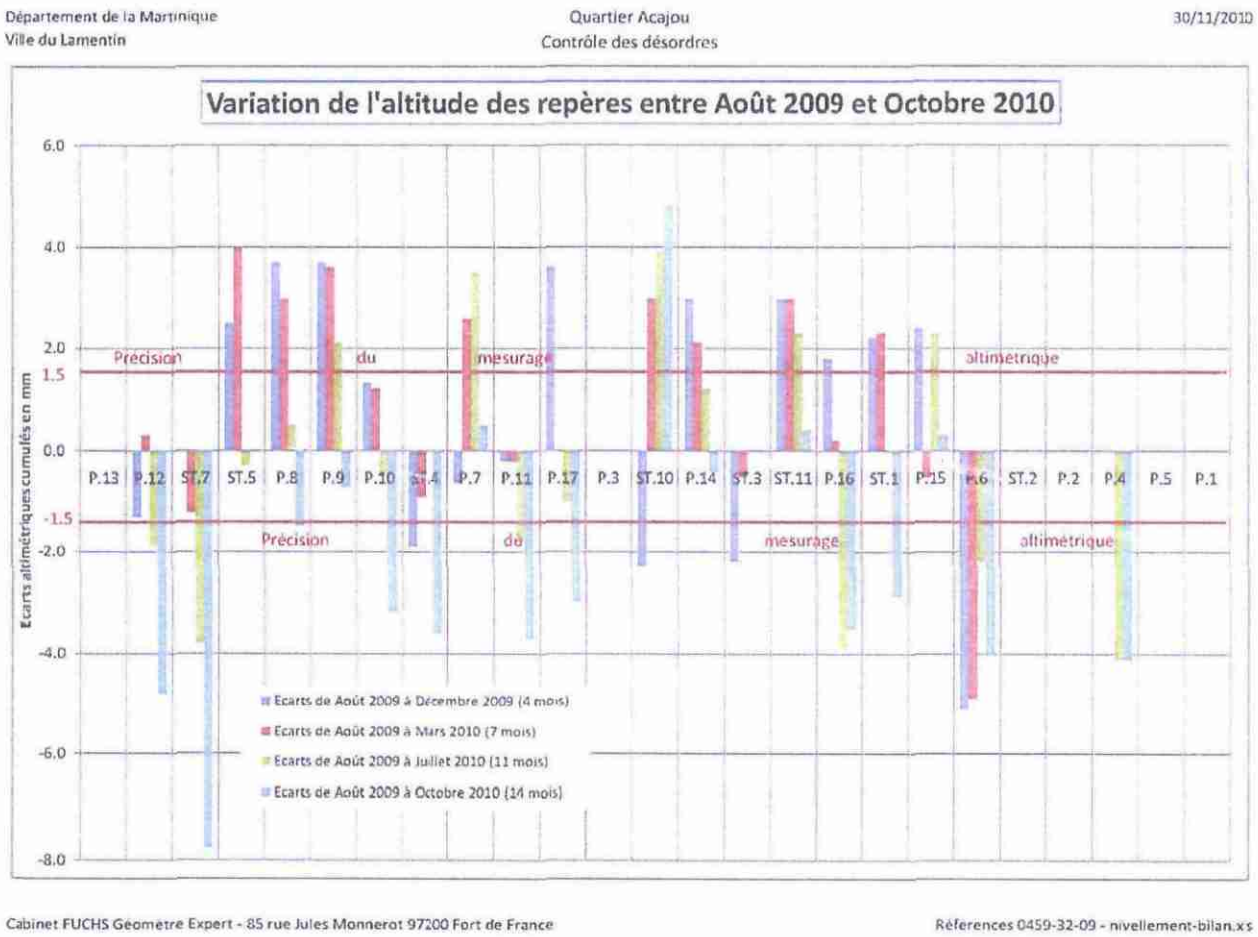


Illustration 38 : Ecarts altimétriques(en Z) cumulés en mm entre aout 2009 et octobre 2010 – (source Cabinet Fuchs)

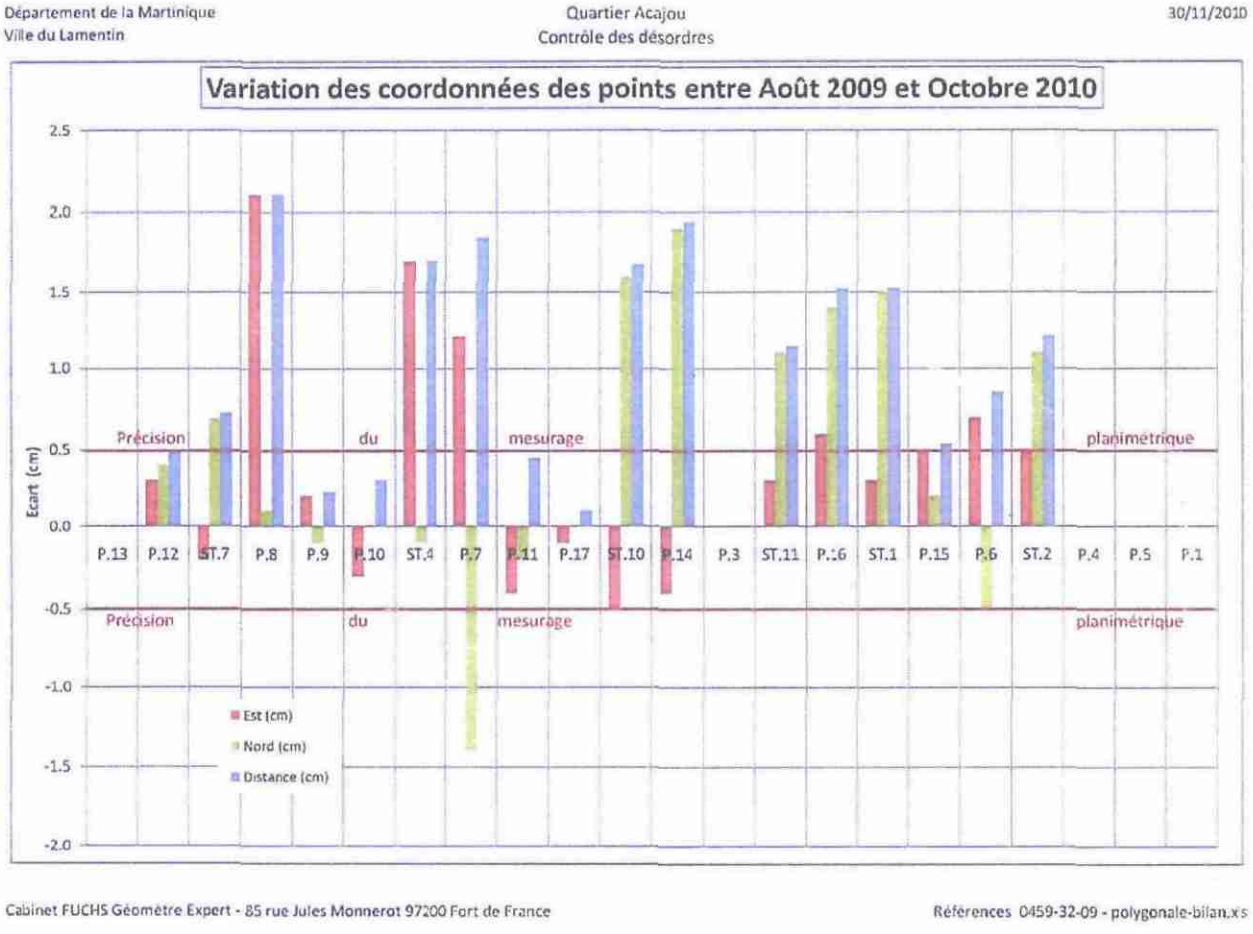


Illustration 39 : Déplacements planimétriques(en X et Y) en cm cumulés entre aout 2009 et octobre 2010 (source Cabient Fuchs)

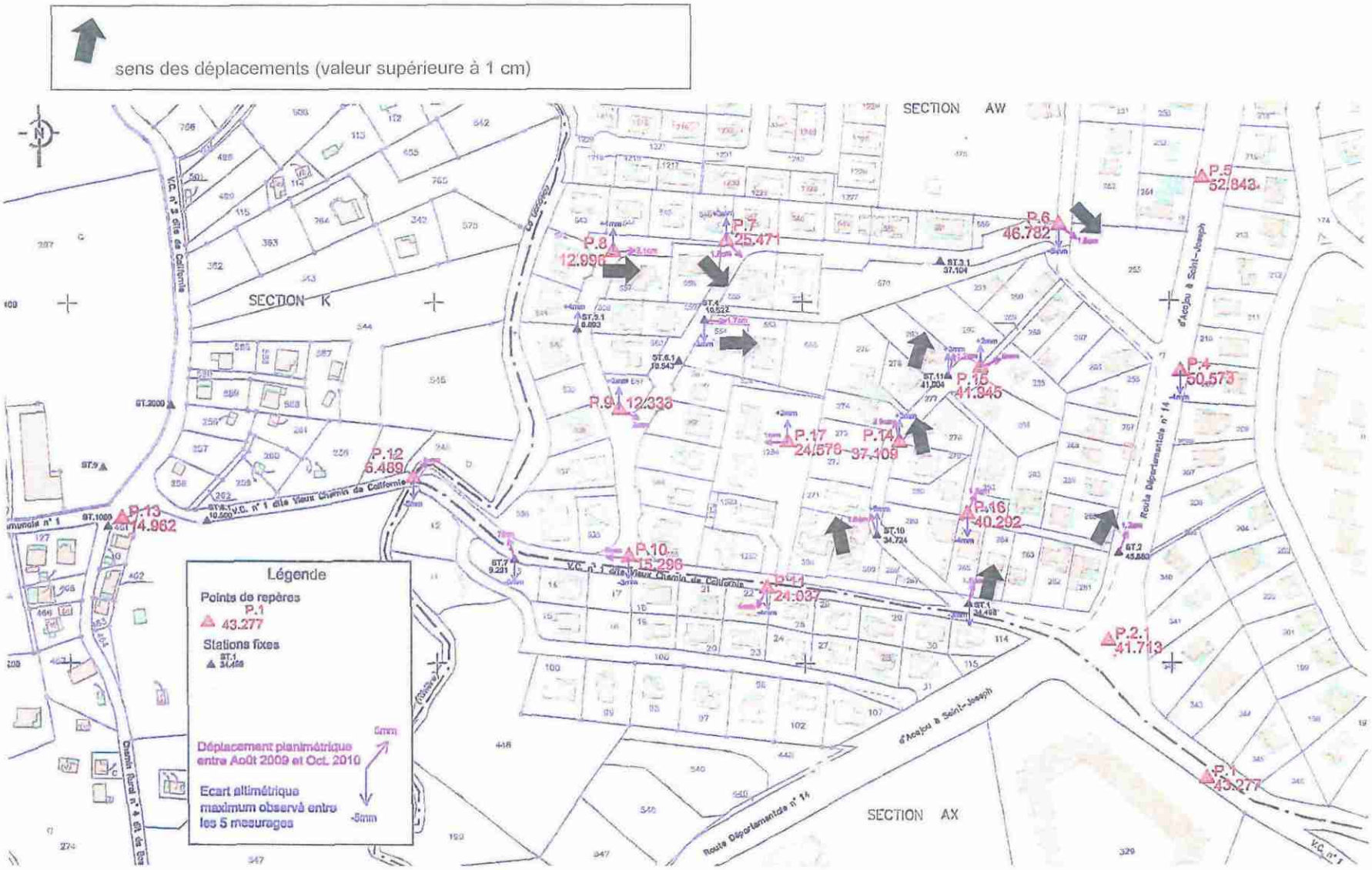


Illustration 40 : écarts cumulés en mm entre aout 2009 et octobre 2010 – synthèse (source Cabinet Fuchs) -

Les valeurs sont de l'ordre de quelques mm en Z. En revanche, les valeurs en X, Y de l'ordre du centimètre et plus sont non négligeables au premier abord. Cependant, les sens des mouvements sont hétérogènes et n'indiquent pas un mouvement général, de direction E-W au milieu du secteur à risque

6.2.4. Conclusion

Le suivi topographique réalisé pendant une année ne met pas en évidence de mouvement général E-W au cœur de la zone et N-S à la périphérie nord, proche de la ravine.

6.3. SUIVI INCLINOMÉTRIQUES ET PIÉZOMÉTRIQUES

6.3.1. Installation de repères

L'installation des inclinomètres dans les sondages SC2 et SC3 a été faite en décembre 2009. Une mesure à l'état zéro de référence a été faite mais a été perdue par le bureau d'études suite à un « bug » informatique.

De fait, la « mesure zéro » est disponible en date du 23/07/2010 pour le SC2 et du 18/10/2010 pour le SC3.

Parallèlement, les deux autres sondages ont été équipés dès décembre 2009 de piézomètres

6.3.2. Mesures

Depuis leur installation en juillet 2010 (SC2) et octobre 2010 (SC3), une mesure a été faite dans SC2 le 01/10/2010 puis 2 autres mesures ont été réalisées dans chaque inclinomètre le 04/03/2011 et 31/05/2011..

Date	13/07/2010	18/10/2010	01/10/2010	04/03/2011	31/05/2011
SC2	Mesure initiale		N1	N2	N3
SC3		Mesure initiale	-	N2	N3

Illustration 41 : Dates de mesures inclinométriques

Piézomètre	Date	*Hauteur du haut du tube par rapport au Terrain naturel (en m)*	*Niveau piézométrique par rapport au haut du tube (en m)*	*Niveau piézométrique par rapport au sol (en m)*	*Profondeur du forage (en m)*
SC1	**21/04/2010**	0,45	5,07	4,62	13,1
	08/07/2010	0,45	4,8	4,35	
SC4	**21/04/2010**	0,46	5,3	4,84	25
	08/07/2010	0,46	1,65	1,19	

Illustration 42 : Dates de mesures piézométriques

À ce pas de temps, le suivi piézométrique n'a pas réellement de sens. Initialement, il était prévu de faire une mesure en parallèle des mesures inclinométriques ; ce qui n'a pu être fait faute d'informations.

6.3.3. Résultats

Pour les deux inclinomètres, les déplacements mesurés (dans les deux directions) n'excèdent pas le millimètre :

- SC.2 : le tube doit avoir un défaut à 16,5 m de profondeur (déformation locale côté amont). À 6 m de profondeur, un déplacement de 0,2 à 0,3 mm vers l'aval est constaté. Bien que ne disposant pas des incertitudes qui accompagnent ces mesures, nous pensons que cette faible valeur est pour l'instant non significative. La campagne de mesures doit se poursuivre pour s'en assurer ;

- SC.3 : un déplacement de 0,7 à 0,8 mm s'est produit à 3 m de profondeur entre le 01/10/2010 et 04/03/2011, puis stabilisé. Comme pour SC.2, les mesures doivent se poursuivre.

6.3.4. Conclusion

Dans la zone instable, lieu de ruine de deux maisons en 1980, et situé à proximité de la maison Retour, ce suivi inclinométrique ne révèle pas de mouvement de terrain entre juillet 2010 et mars 2011. Ce suivi doit se poursuivre car la période de suivi n'a pas été significative (aucun épisode pluvieux notamment).

7. Synthèse et recommandations

7.1. SYNTHÈSE

Plusieurs habitations du secteur Acajou, de la commune du Lamentin, présentent des fissures qui sont apparues il y a une dizaine d'années. En juin 2008, ces fissures se sont aggravées chez un particulier (M. Retour).

Des investigations de terrain spécifiques (13 et 17 juin 2008) ont permis de délimiter une zone à risques, qui intéresse des maisons anciennes de la cité Acajou et des maisons plus récentes du lotissement Acajou-les Bambous. Compte-tenu de leur étendue, les désordres sont vraisemblablement dus à des déformations du sol et du sous-sol dont la nature et les causes n'étaient pas connues en 2008.

Par le passé, dans les années 80, des travaux de terrassement sans protection particulière, sur la parcelle Telecom, avaient déstabilisé les terrains amont entrainant la ruine de deux maisons, démontrant la propension des terrains de la zone à glisser.

Afin d'appréhender l'origine du phénomène responsable de ces désordres, prévoir son évolution et prendre les mesures correctives immédiates et durables à apporter, il a été décidé de mener des reconnaissances géotechniques. En décembre 2009, 4 sondages carottés ont été réalisés au sein de la zone à risque et en limite. Complétée par des essais en laboratoire, l'objectif de cette compagne était de réaliser une analyse de stabilité vis-à-vis des phénomènes de glissement de terrain. Sur cette base, des simulations de glissements de terrain ont été réalisées à partir du logiciel Talren97. Par ailleurs, des échantillons ont été prélevés dans les argiles afin de tester leur susceptibilité aux phénomènes de retrait-gonflement et leurs caractéristiques géomécaniques.

Les résultats de ces reconnaissances géotechniques et des simulations sous Talren97 dans les conditions décrites montrent :

- d'une part, que les argiles du site présentent une forte à très forte susceptibilité aux phénomènes de retrait-gonflement;
- d'autre part, que la faible pente (en direction de la rivière Gondeau) sur laquelle repose Acajou est globalement stable vis-à-vis de glissement à l'échelle du versant. Cependant, localement (à l'échelle d'une ou deux parcelles), en cas de terrassement mal maitrisés et/ou de mauvais drainage des terrains, la stabilité peut ne pas être assurée.

Parallèlement, un suivi des mouvements du sous-sol a été mis en place combinant plusieurs méthodes :

- 2 fissures chez M. Retour ont été instrumentées dès décembre 2008 et suivies pendant deux ans. ;

- Le sondage réalisé au cœur de la zone instable, lieu de ruine de deux maisons en 1980, et situé à proximité de la maison Retour a été équipé d'un inclinomètre. Des mesures ont été faites de juillet 2010 à mai 2011 ;

- Enfin, un suivi topographique à partir de cibles réparties sur tout le secteur a été assuré par un géomètre de décembre 2008 à octobre 2010.

Aucun de ces trois suivis ne révèle de mouvement de terrain significatif pendant la période de mesures. Les fissures, instrumentées chez M. Retour n'ont quasiment pas évolué durant les deux années de mesure malgré les épisodes pluvieux importants d'octobre 2008 et du 5 mai 2009. Il faut toutefois moduler ces résultats par le fait que seules deux fissures sur plus d'une dizaine existantes ont été instrumentées.

7.2. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS :

Il apparait que les désordres constatés dans la zone sont liés pour l'essentiel à des phénomènes de retrait-gonflement des argiles, sans pour autant exclure à l'avenir des phénomènes de glissement de terrain.

Les simulations corroborées par les suivis permettent à présent de conclure qu'aucun glissement d'ampleur n'est **actuellement** en cours.

Il n'en reste pas moins que des terrassements locaux, mal maitrisés, peuvent provoquer des instabilités, de faible ampleur en regard de l'extension du versant, mais dommageables pour le lotissement, l'exemple du « terrassement France Télécom » l'a montré et les simulations sous Talren le confirment. Tous les travaux de terrassement dans le secteur doivent être précédés d'une étude géotechnique déterminant leurs modalités de réalisation.

Les deux inclinomètres, installés dans le cadre de cette étude, constituent à présent un réseau de surveillance pour la Ville. Les mesures n'ont démarré qu'en juillet 2010. Il est recommandé de continuer ce suivi deux années encore, avant d'abandonner à terme cette installation si aucun mouvement n'est observé.

Enfin, l'eau est omniprésente dans ce secteur : des sources coulaient autrefois dans la zone et des remontées d'eau sont observées. Les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales présentent des dysfonctionnements (caniveau effondré, affouillement au niveau de buse, refoulement d'eaux usées, fuites observées). Il y donc nécessité de maîtriser la collecte et l'évacuation hors du site des eaux de source et pluviales, de même que l'étanchéité des réseaux (eaux pluviales et eau potable) ; cela va dans le sens des recommandations pour limiter les effets de retrait-gonflement des argiles, principaux responsables des désordres observés dans ce lotissement.

Au niveau des particuliers, des règles simples, illustrées ci-dessous, peuvent être suivies pour s'affranchir ou limiter tout au moins des effets de retrait-gonflement des argiles.

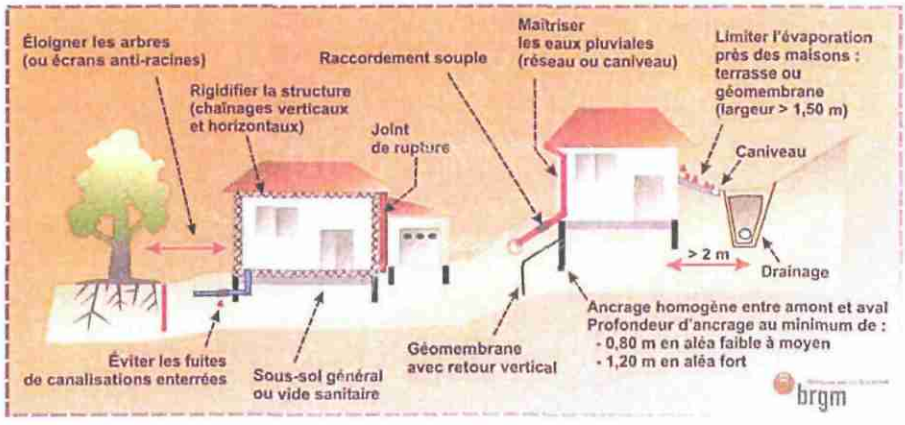


Illustration 43 – Mesures habituellement préconisées pour les maisons individuelles vis-à-vis du retrait-gonflement

Des informations spécifiques sur les phénomènes de retrait-gonflement des argiles peuvent être consultées à l'adresse http://www.argiles.fr/es.fr qui renvoie elle-même à plusieurs sites d'informations (portail de la prévention des risques majeurs, Agence Nationale pour l'Information sur le Logement, Caisse Centrale de Réassurance, etc...).

Plus particulièrement, un guide « Le retrait-gonflement des argiles - Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel? » a été édité par le Ministère de l'Ecologie, de l'Aménagement et du Développement durables en 2008 ; il est téléchargeable à l'adresse suivante :http://catalogue.prim.net/44_le-retrait-gonflement-des-argiles---comment-prevenir-les-desordres-dans-l-habitat-individuel-.html.

10 fiches présentées dans cet ouvrage détaillent les principales mesures envisageables pour réduire l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur le bâti. Elles sont prioritairement destinées aux maîtres d'ouvrages (constructions futures et bâti existant), mais s'adressent également aux différents professionnels de la construction. Elles ont pour objectif premier de détailler les mesures préventives essentielles à mettre œuvre. Ces fiches sont reprises en annexe

Il est recommandé pour toutes nouvelles constructions l'intervention d'un bureau d'étude géotechnique prenant explicitement en compte le potentiel « retrait-gonflement » de la zone.

8. Bibliographie

Barras A.V. (2008) - Désordres sur plusieurs habitations individuelles du secteur Acajou (Le Lamentin) - Diagnostic et recommandations à court terme - Rapport final - BRGM-RP56489-FR

Plat E., Le Moigne B. avec la collaboration de Barras A.-V et Imbault M. (2010) - Pré-évaluation de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux en Martinique. Rapport BRGM/RP- 58544-FR, 81 p., 43 ill., 2 ann.

Westercamp D., Pelletier B., Thibault P.M., Traineau H. (1990). – Carte géol. France (1/50000), feuille Martinique. – Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières. Notice explicative (1989), 286p.

Annexe 1

Coupes des sondages et analyses sur échantillons – Rapport de GEODE



INGENIERIE EUROPE
GROUPE
GINGER GEODE

INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

MAIRIE DU LAMENTIN

GLISSEMENT QUARTIER ACAJOU

LE LAMENTIN

Dossier : G001.9.128 D

Dossier : G001.9.128D			Réf. rapport : G001.9.128-01			Contrat : BC010523	
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
A	30/03/10	J.MOUNIER		J.Y. MUGNIER		2 pages +27p d'annexe	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

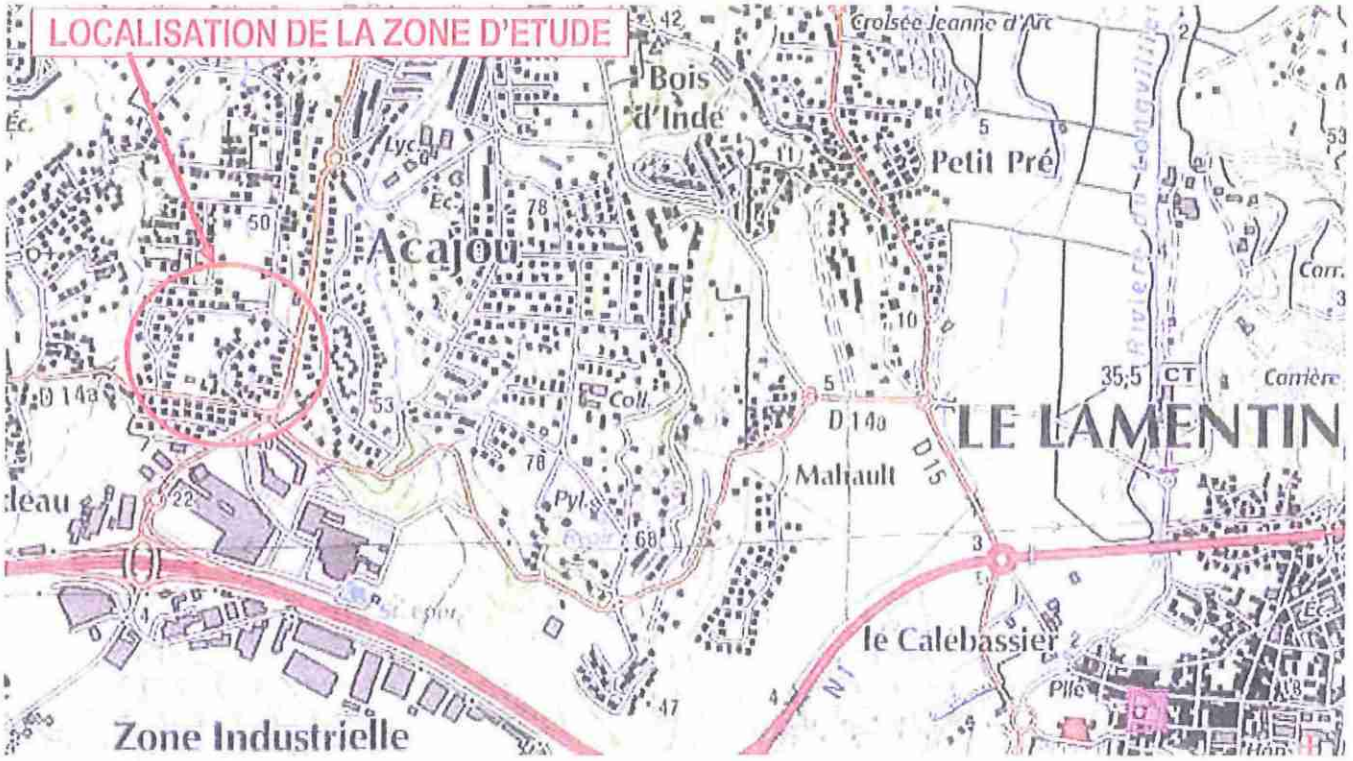
ZI la Lézarde – Immeuble Clerc – Annexe Tchalian – 97232 Le Lamentin
Tel : 0596 51 60 11 – Fax : 0596 51 52 48

ANNEXES

ANNEXE 1	PLAN DE SITUATION
ANNEXE 2	PLAN D'IMPLANTATION DES ESSAIS
ANNEXE 3	COUPES DES SONDAGES CAROTTES
ANNEXE 4	PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES DES SONDAGES CAROTTES
ANNEXE 5	RESULTATS DES ESSAIS DE CISAILLEMENT
ANNEXE 6	TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

PLAN DE SITUATION

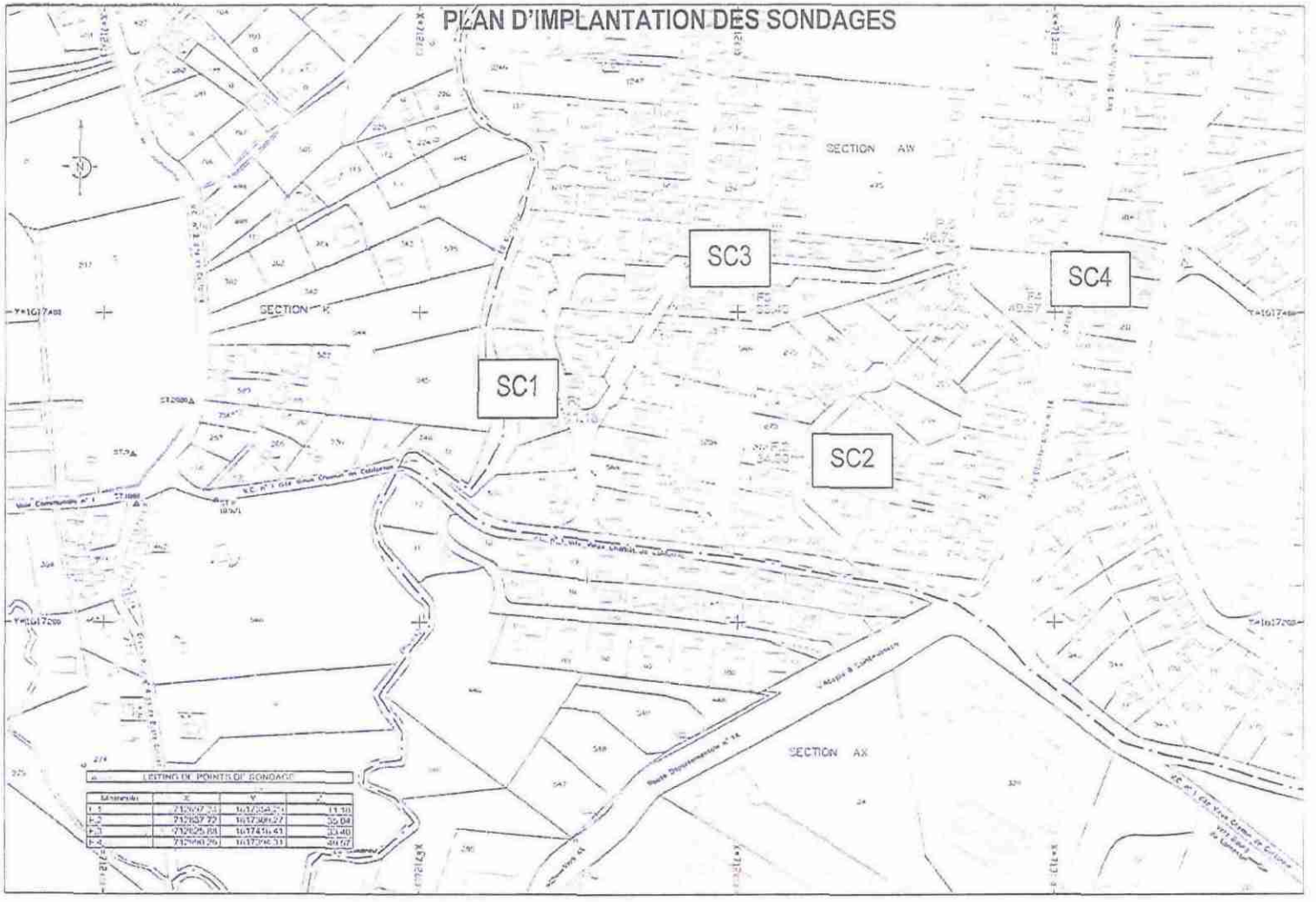
Extrait de la carte IGN au 1/25 000



Source : Géoportail

GINGER GEODE

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



GINGER
CEBTP

SONDAGE CAROTTE SC1

annexe:

INGENIERIE EUROPE GROUPE GINGER CAMAXA

Chantier : Acajou
Client : Ville du Lamentin
Dossier : G001.9.128D

Coordonnées du sondage:
X : 712697.34 Y : 1617354.29 Z : 11.18

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 16/11 AU 11/12/09

Prof. (m)	Outils	Tubage	COUPE	Prof	NGM	Description des sols	Piezomètre	Echant.	équipement Piezo
				0.10	11.08	Remblai sablo-limoneux marron, contenant des cailloux.			
1				0.45	10.73	Argile plastique très humide, marron bariolée rouille.			
				1.35	09.83	Argile humide très sableuse avec gravats. De couleur marron.			
2				1.85	09.33	Argile très plastique, très humide, bariolée marron et gris.			début crépine à 2 m.
				2.40	08.78	Idem mais moins humide et plus raide.			
3				3.15	08.03	Argile palstique légèrement humide, de couleur marron-gris tacheté de rouge blanc et rouille.			
4				4.40	06.78	Andésite altérée et argilisée, molle et très humide. De couleur marron-gris avec cristaux blancs et rouille. 01/12/09		1	
5				5.00	06.18	Andésite altérée et argilisée, plastique et légèrement humide. De couleur gris violacé avec cristaux blancs et rouille.			
6				6.20	04.98	Andésite altérée compacte émiettée, de couleurs grise avec des cristaux blancs et rouille.			
7				7.00	04.18	Andésite altérée et légèrement argilisée, compacte mais friable, de couleurs grise avec des cristaux blancs et rouille.		2	tube crépiné sur H=11.00 m
8				8.00	03.18				
9									
10									
11						Andésite rocheuse. Matrice grise avec cristaux blancs et rouille.			
12									tube piezo PVC diamètre 55 mm longueur 13.5 m.
13				13.50	- 02.32				fin crépine à 13 m.
14						[Arrêt du sondage]			bouchon à la base
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 - [DQ_E137 - V.0 du 03/06/2008]

Sondeuse: BE35

Observations : /

Niveau d'eau à 4.6 m.
niveau relevé le 01/12/09

Edité le 30/03/2010

GINGER
CEBTP

SONDAGE CAROTTE SC2

annexe:

INGENIERIE EUROPE
GROUPE
GINGER CAMAXA

Chantier : Acajou
Client : Ville du Lamentin
Dossier : G001.9.128D

Coordonnées du sondage:
X : 712837.72 Y : 1617309.27 Z : 35.04

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 16/11 AU 11/12/09

Prof. (m)	Outils	Tubage	COUPE	Prof	NGM	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
				0.30	34.74	Argile plastique légèrement humide, de couleur marron-rouge avec des filets gris et rouille.		
1						Andésite altérée, aspect de sable fin compact, bariolée marron gris et beige avec des filets noirs et rouille. Moins compacte de 1.2 à 1.9 m.		
2				1.90	33.14	Andésite altérée, aspect de sable fin compact, beige à gris avec des filets noirs et rouille.		
				2.45	32.59			
3								
4								
5								
6							11	
7						Andésite altérée et argilisée, couleur marron à gris avec cristaux gris-beige et noirs visibles.		
8							21	
9								
10								
11				11.20	23.84			
12						Andésite indurée et compacte, mais emiettée. Matrice grise avec cristaux beige et noirs.		
				12.70	22.34			
13						Andésite rocheuse en blocs. Matrice grise avec cristaux beige et noirs.		
14				14.30	20.74			
15						Andésite indurée et compacte, mais emiettée. Matrice grise avec cristaux beige et noirs.		
				15.20	19.84			
16								
17						Andésite altérée et argilisée, consistance raide. De couleur rouge plus ou moins violacée avec des filets jaunes et gris.		
18								
19								
20								

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 – [DO.E137 - V.0 du 03/06/2008]

Sondeuse: BE35

Observations : /

... SUITE en PAGE 2

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 30/03/2010

GINGER
CEBTP

SONDAGE CAROTTE SC2

annexe:

Chantier : Acajou
Client : Ville du Lamentin
Dossier : G001.9.128D

Coordonnées du sondage:
X : 712837.72 Y : 1617309.27 Z : 35.04

INGENIERIE EUROPE GROUPE GINGER CAMAXA

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 16/11 AU 11/12/09

Prof. (m)	Outils	Tubage	COUPE	Prof	NGM	Description des sols		Echant.	Résultats d'essais ou observations
						Andésite altérée et argilisée, consistance raide. De couleur rouge plus ou moins violacée avec des filets jaunes et gris.			
				20.40	14.64	Andésite rocheuse en blocs. Matrice grise avec filets jaunes et violacés.			
21				21.10	13.94	[Arrêt du sondage]			
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 -- [DQ.E137 - V.0 du 03/06/2008]

Sondeuse: BE35
Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 30/03/2010

GINGER
CEBTP

SONDAGE CAROTTE SC3

annexe:

Chantier : Acajou
Client : Ville du Lamentin
Dossier : G001.9.128D

Coordonnées du sondage:
X : 712825.88 Y : 1617416.41 Z : 33.4

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 16/11 AU 11/12/09

Prof. (m)	Outils	Tubage	COUPE	Prof	NGM	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
				0.20	33.20	Terre végétale brune.		
				0.80	32.60	Remblai argileux contenant des cailloux		
1				1.20	32.20	Transition remblai argile.		
2						Argile plastique très humide. De couleur marron-gris, bariolée beige.	1 |	
				2.60	30.80		2 |	
3				2.75	30.65	Argile légèrement humide, mi-raide, de couleur gris clair avec des		
4						Argile plastique à mi-raide humide, de couleur rouille bariolé gris et beige, filets noirs. Passage de blocs de 3.2 à 3.6 m.		
				4.50	28.90		3 |	
5						Lave altérée d'aspect sableux, de couleur beige à		
6						marron-rouille, avec des filets noirs.		
7							4 |	
				7.50	25.90	Lave altérée, aspect sableux, couleur beige avec filets violets de plus		
8				8.20	25.20	en plus nombreux. Andésite argilo-sableuse très humide. De couleur		
9						noirâtre tacheté de blanc. Parfois en blocs moins altérés.		
				9.30	24.10	Andésite argileuse, humide, de couleur marron-beige, contenant des		
10				10.00	23.40	blocs violets moins altérés.		
11						Andésite à texture grenue, compacte. Bariolée beige		
12						rouge violet.		
				12.75	20.65	Idem mais plus humide et violacé.		
13				13.30	20.10	Andésite à texture grenue, compacte. Bariolée beige violet et rouille.		
14				13.90	19.50	Idem mais plus argileux et plastique.		
15								
				15.55	17.35			
16						Andésite à texture grenue légèrement compacte, parfois argileuse. De couleur beige à violette,		
17						bariolée gris et rouille.		
18				18.00	15.40			
				18.75	14.65	Blocs d'andésite violette dans de l'argile marron.		
19						Andésite argileuse. Consistance mi-raide. De couleur marron-rouge à violet sombre avec cristaux blancs.	5 |	
20								

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 -- [DO_E137 - V.0 du 03/06/2008]

Sondeuse: BE35

Observations : /

... SUITE en PAGE 2

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 30/03/2010

GINGER
CEBTP

SONDAGE CAROTTE SC3

annexe:

Chantier : Acajou
Client : Ville du Lamentin
Dossier : G001.9.128D

Coordonnées du sondage:
X : 712825.88 Y : 1617416.41 Z : 33.4

GROUPE INGENIERIE EUROPE
GINGER CAMAXA

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 16/11 AU 11/12/09

Prof. (m)	Outils	Tubage	COUPE	Prof	NGM	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
21						Andésite argileuse. Consistance mi-raide. De couleur marron-rouge à violet sombre avec cristaux blancs.		
22								
23							6 I	
24								
25								
				25.30	08.10	Andésite altérée et argilisée, humide. Couleur dominante grise bariolée de beige et de rouille.		
26				26.00	07.40			
27						Andésite rocheuse. Matrice grise avec cristaux blancs. Parfois en blocs, parfois émietté.		
28								
				28.60	04.80			
29						[Arrêt du sondage]		
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 -- [DO.E137 - V.0 du 03/06/2005]

Sondeuse: BE35
Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 30/03/2010

GINGER
CEBTP

SONDAGE CAROTTE SC4

annexe:

INGENIERIE EUROPE GROUPE GINGER CAMAXA

Chantier : Acajou
Client : Ville du Lamentin
Dossier : G001.9.128D

Coordonnées du sondage:
X : 712990.26 Y : 1617394.31 Z : 49.57

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 11/12/09

Prof. (m)	Outils	Tubage	COUPE	Prof	NGM	Description des sols	Piezomètre	Echant.	équipement Piezo
						Terre végétale marron.			
				0.40	49.17	Argile d'altération. Consistance plastique. Humide. Couleur marron, bariolé noir, gris et rouille. Morceaux rocheux de 2.8 à 3.1 m.		1	début crépine à 2 m. gravillons drainants autour du tube
				3.10	46.47	Lave altérée argilisée, plastique mais friable. Humide. De couleur marron-rouge, bariolé gris.		2	
				5.00	44.57	Lave altérée argilisée, plastique, humide mais friable. Couleur marron-rouge bariolée gris beige et violet.			
				6.20	43.37	Lave altérée et argilisée, plastique, légèrement humide. Couleur marron, bariolé gris rouille, avec des filets noirs.			
				7.00	42.57	Lave altérée argilisée, mi-raide, rouge violacé avec de nombreux points blancs.		3	
				9.70	39.87	Lave altérée argilisée, mi-raide, couleur gris-violet avec des points blancs.			
				10.35	39.22	Lave altérée, couleur violacée avec des points blancs.			
				11.75	37.82	Argile plastique à mi-raide, légèrement humide, de couleur beige.			
				12.60	36.97	Argile plastique à mi-raide, légèrement humide, de couleur beige, tacheté de blanc.		4	
				15.00	34.57	Lave altérée argilisée blanchâtre à jaunâtre, cristaux altérées visibles (jaune, rose, marron). Filets noirs et gris de 17.8 à 18.0 m.			
				18.00	31.57	Lave altérée et argilisée, matrice gris foncé avec de nombreux cristaux blancs.		5	
				18.50	31.07	Lave altérée et argilisée, gris clair bariolé beige et rouille.			

Logiciel SONDAGE32 - Version 3.2 -- [DO_E137 - V_0 du 03/06/2008]

Sondeuse: BE35

Observations : /

... SUITE en PAGE 2

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 30/03/2010

GINGER
CEBTP

SONDAGE CAROTTE SC4

annexe:

Chantier : Acajou
Client : Ville du Lamentin
Dossier : G001.9.128D

Coordonnées du sondage:
X : 712990.26 Y : 1617394.31 Z : 49.57

INGENIERIE EUROPE GROUPE GINGER CAMAXA

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 11/12/09

Prof. (m)	Outils	Tubage	COUPE	Prof	NGM	Description des sols	Piezomètre	Echant.	équipement Piezo
						Lave altérée et argilisée, gris clair bariolé beige et rouille.			
				20.70	28.87				
21						Lave altérée de couleur rosâtre bariolée rouille.			
				21.20	28.37				
22									
23						Lave altérée, grisâtre à jaunâtre avec des points blancs. Filets de couleur rouille par endroits.			
24									
25									tube piezo PVC diamètre 55 mm longueur 26 m.
				25.75	23.82				fin crépine à 26 m.
26						Roche. Matrice gris-noir avec des points blancs.			
				26.00	23.57	[Arrêt du sondage]			bouchon à la base
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

Sondeuse: BE35

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

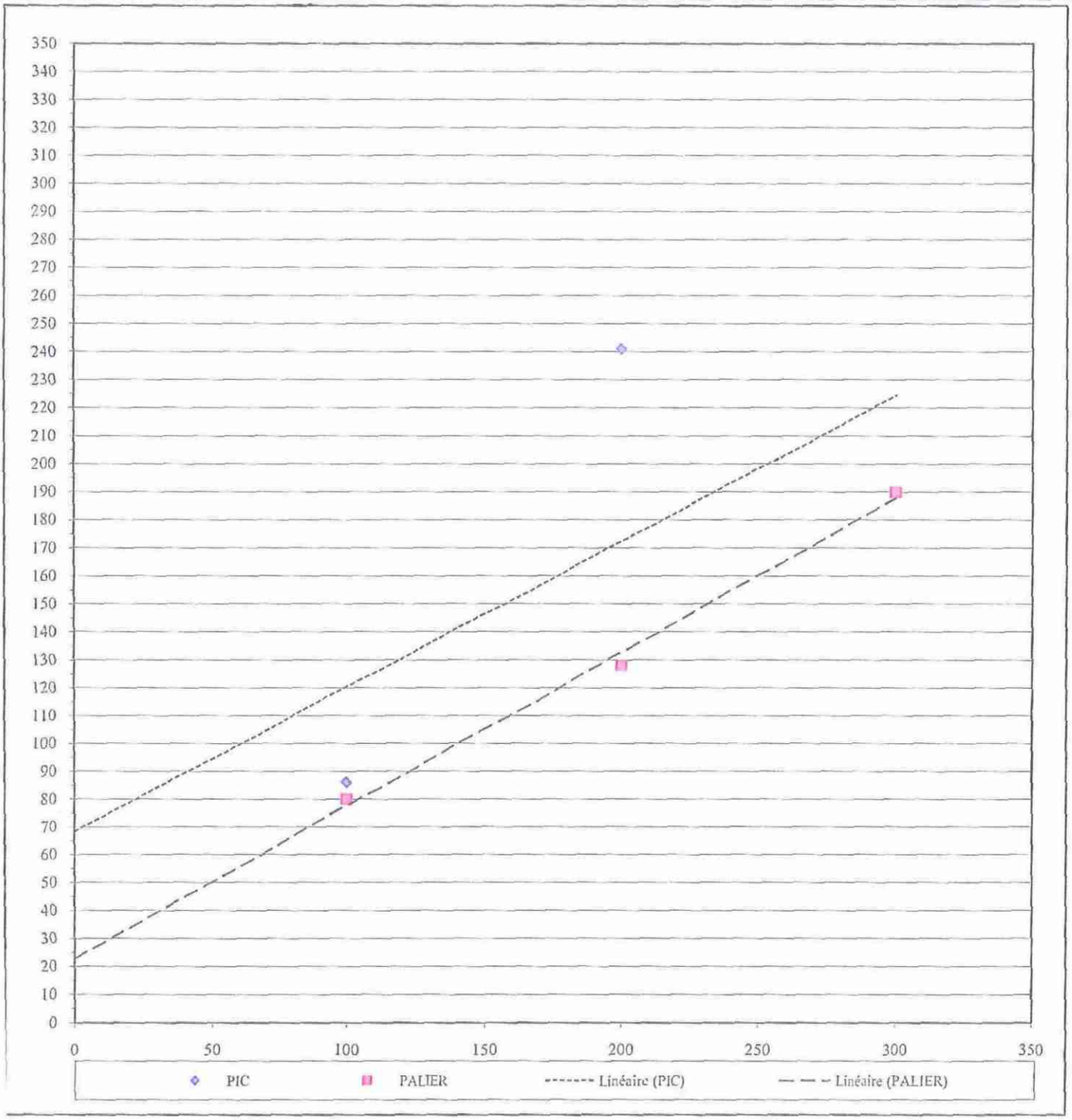
Edité le 30/03/2010

CHANTIER Glissement Acajou
DOSSIER : G001.9.128D
SONDAGE SC1
PROFONDEUR 4.0 à 4.4 m
NATURE Argile
CONSISTANCE plastique

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	86	80
200	241	128
300	190	190

PIC		PALIER	
pente		pente	0.55
PHI (rad)		PHI (rad)	0.502843
PHI (°)		**PHI (°)**	**29**
C		**C**	**23**

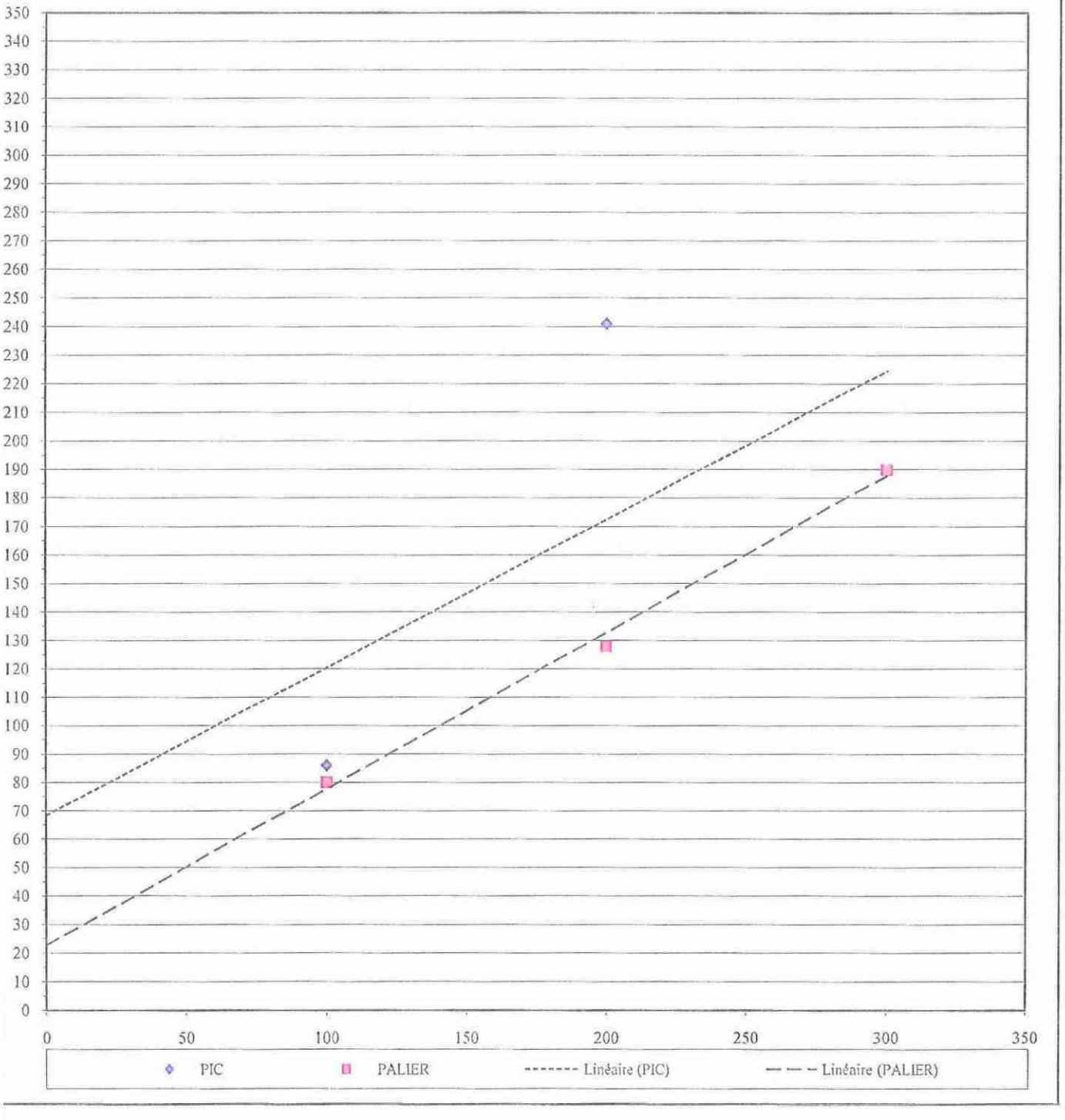


HANTIER Glissement Acajou
OSSIER : G001.9.128D
ONDAGE SC2
ROFONDEUR 5.5 à 5.9 m
ATURE Lave altérée et argilisée
ONSISTANCE raide

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	86	80
200	241	128
300	190	190

PIC		PALIER	
pente		pente	0.55
PHI (rad)		PHI (rad)	0.502843
PHI (°)		**PHI (°)**	**29**
C		**C**	**23**

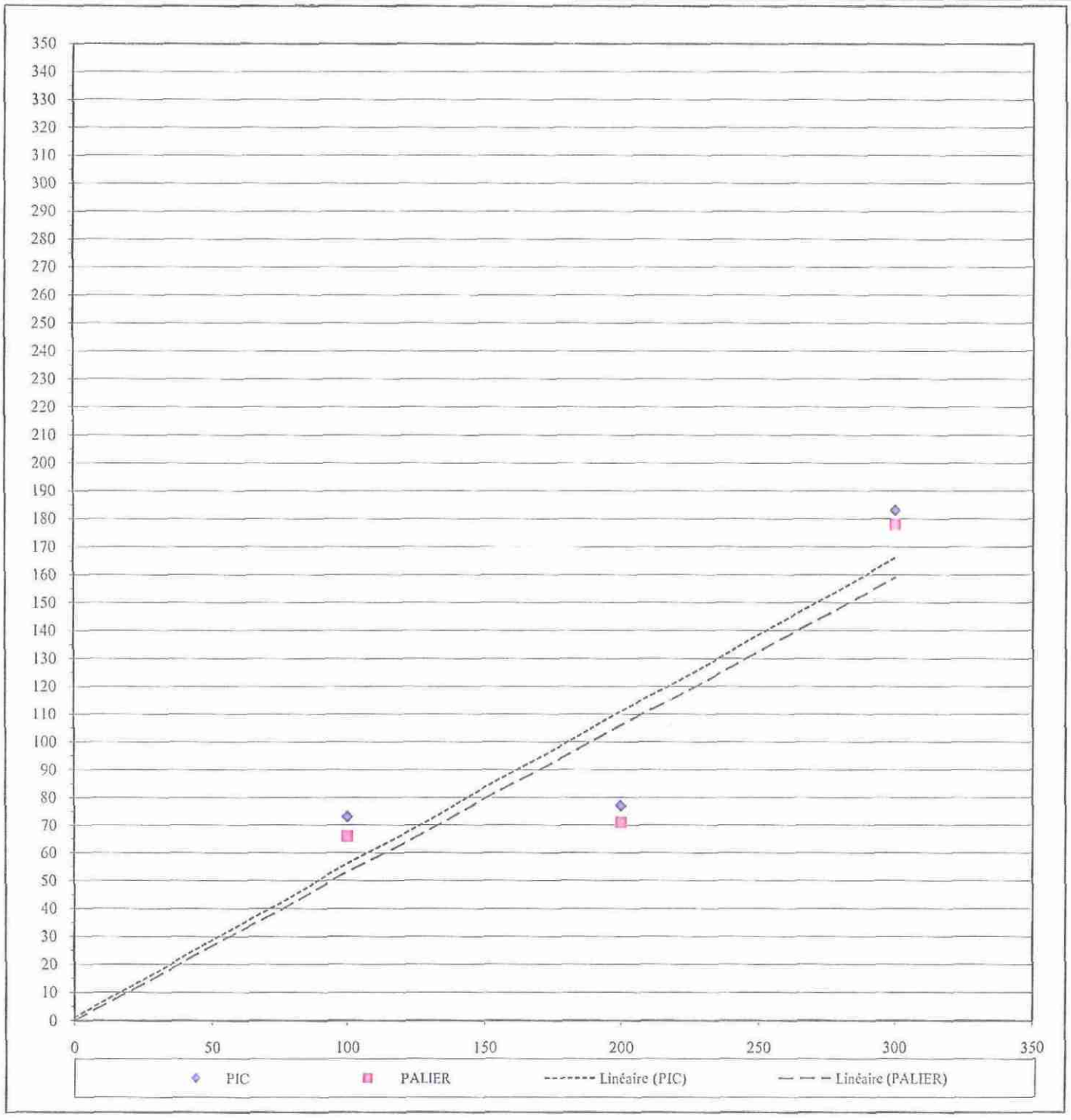


CHANTIER Glissement Acajou
DOSSIER : G001.9.128D
SONDAGE SC3
PROFONDEUR 1.6 à 2.0 m
NATURE Argile d'altération
CONSISTANCE plastique

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	73	66
200	77	71
300	183	178

PIC		PALIER	
pente	0.55	pente	0.53
PHI (rad)	0.502843	PHI (rad)	0.487359
PHI (°)	**29**	**PHI (°)**	**28**
C	**1**	**C**	**0**

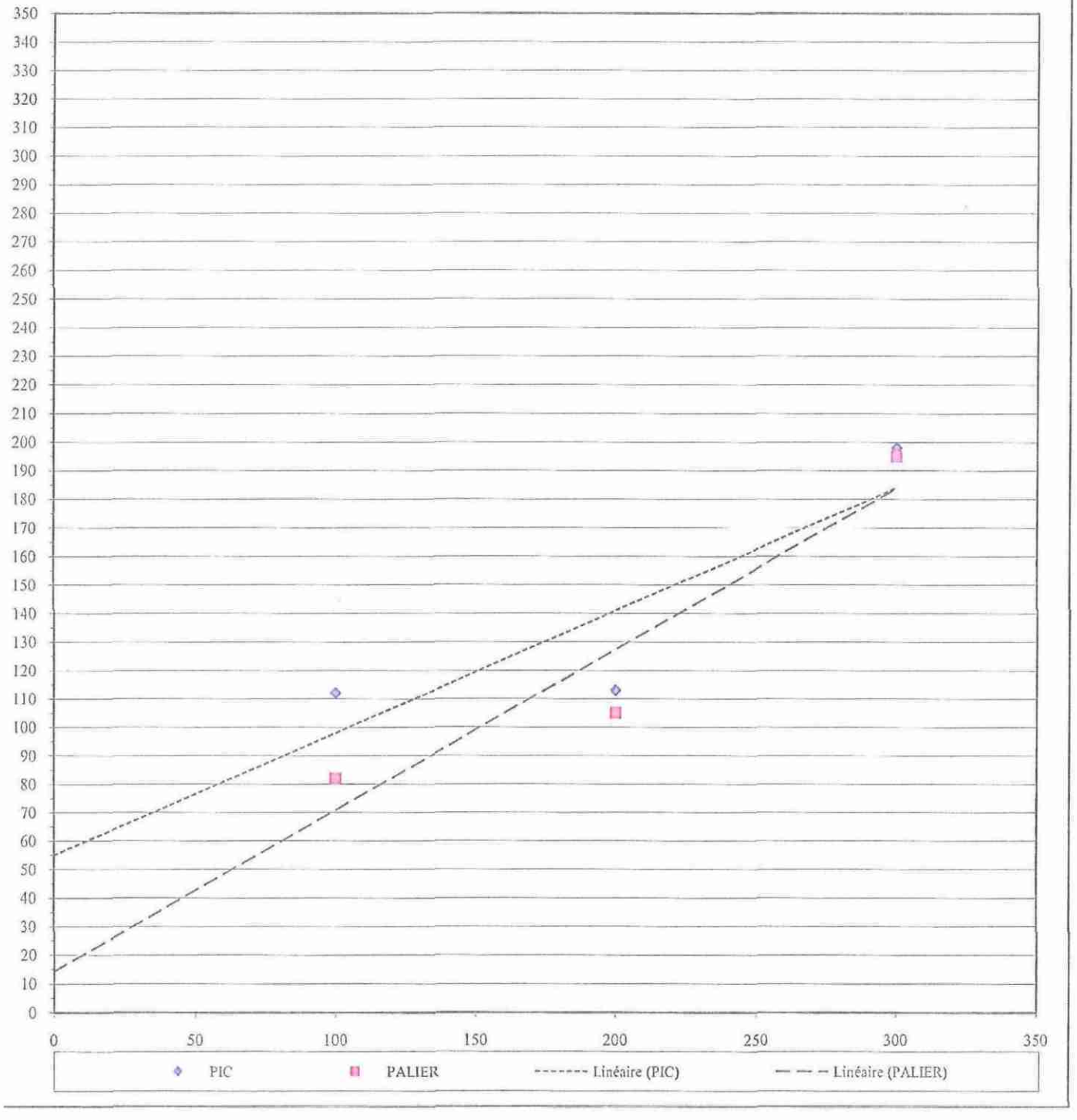


CHANTIER Glissement Acajou
DOSSIER : G001.9.128D
SONDAGE SC3
PROFONDEUR 7.0 à 7.5 m
NATURE Lave altérée
CONSISTANCE raide

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	112	82
200	113	105
300	198	195

PIC		PALIER	
pente	0.43	pente	0.565
PHI (rad)	0.406098	PHI (rad)	0.514287
PHI (°)	**23**	**PHI (°)**	**29**
C	**55**	**C**	**14**

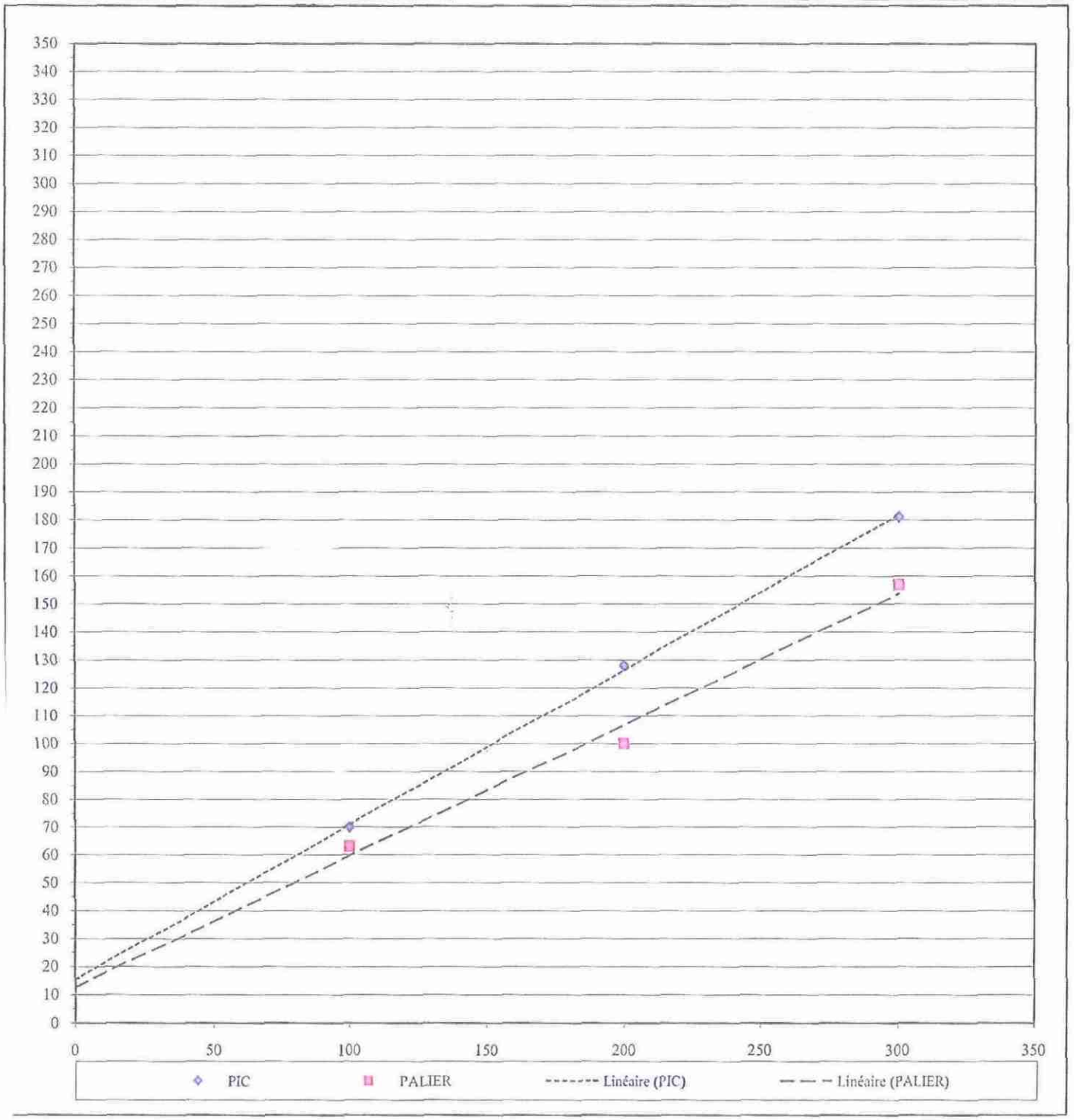


CHANTIER Glissement Acajou
DOSSIER : G001.9.128D
SONDAGE SC4
PROFONDEUR 1.2 à 1.6 m
NATURE Argile d'altération
CONSISTANCE plastique

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	70	63
200	128	100
300	181	157

PIC		PALIER	
pente	0.555	pente	0.47
PHI (rad)	0.506674	PHI (rad)	0.439361
PHI (°)	**29**	**PHI (°)**	**25**
C	**15**	**C**	**13**

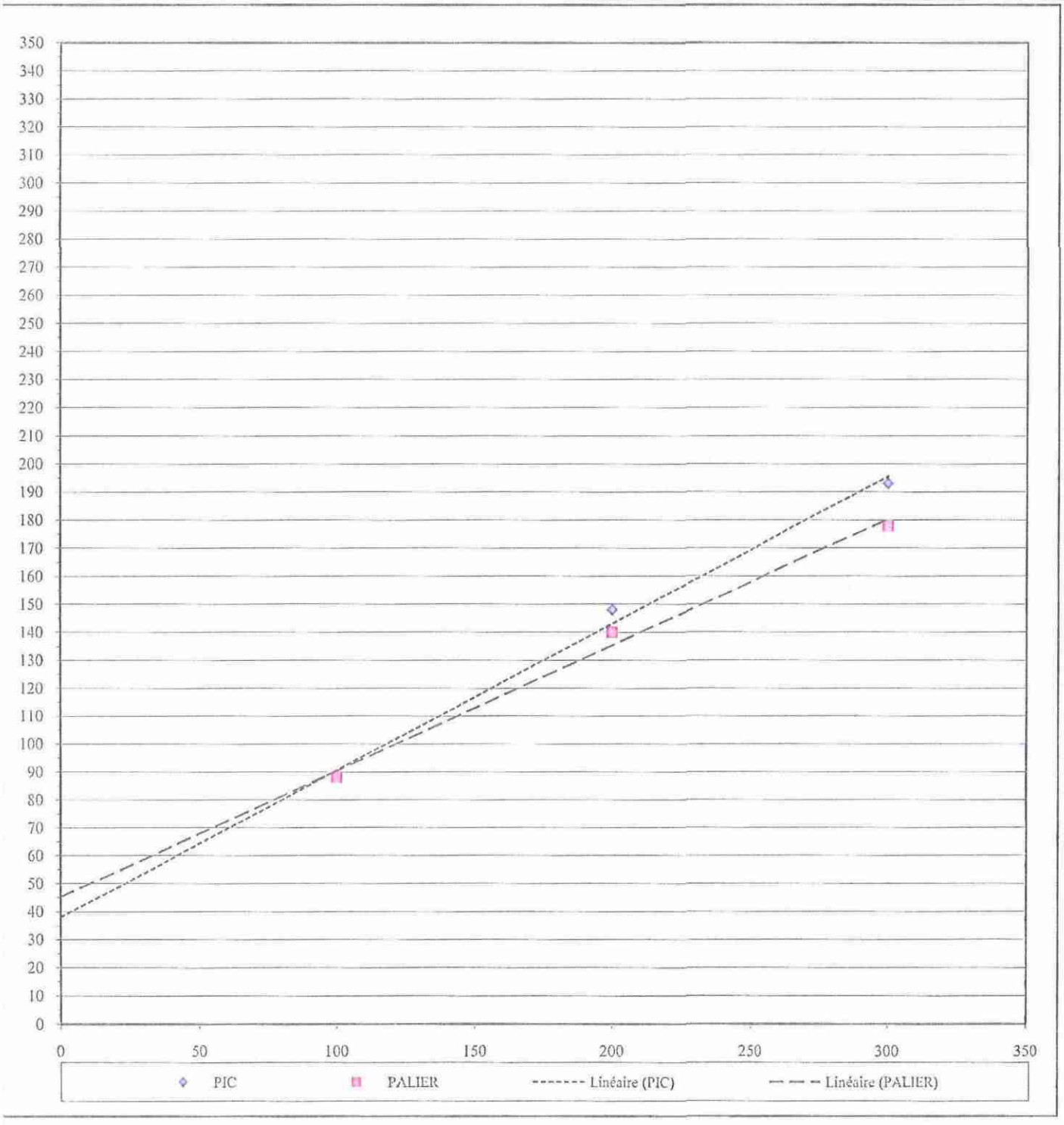


CHANTIER Glissement Acajou
DOSSIER : G001.9.128D
SONDAGE SC4
PROFONDEUR 3.6 à 4.0 m
NATURE Lave altérée argilisée
CONSISTANCE moyenne à mi-raide

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	88	88
200	148	140
300	193	178

PIC		PALIER	
pente	0.525	pente	0.45
PHI (rad)	0.483447	PHI (rad)	0.422854
PHI (°)	**28**	**PHI (°)**	**24**
C	**38**	**C**	**45**

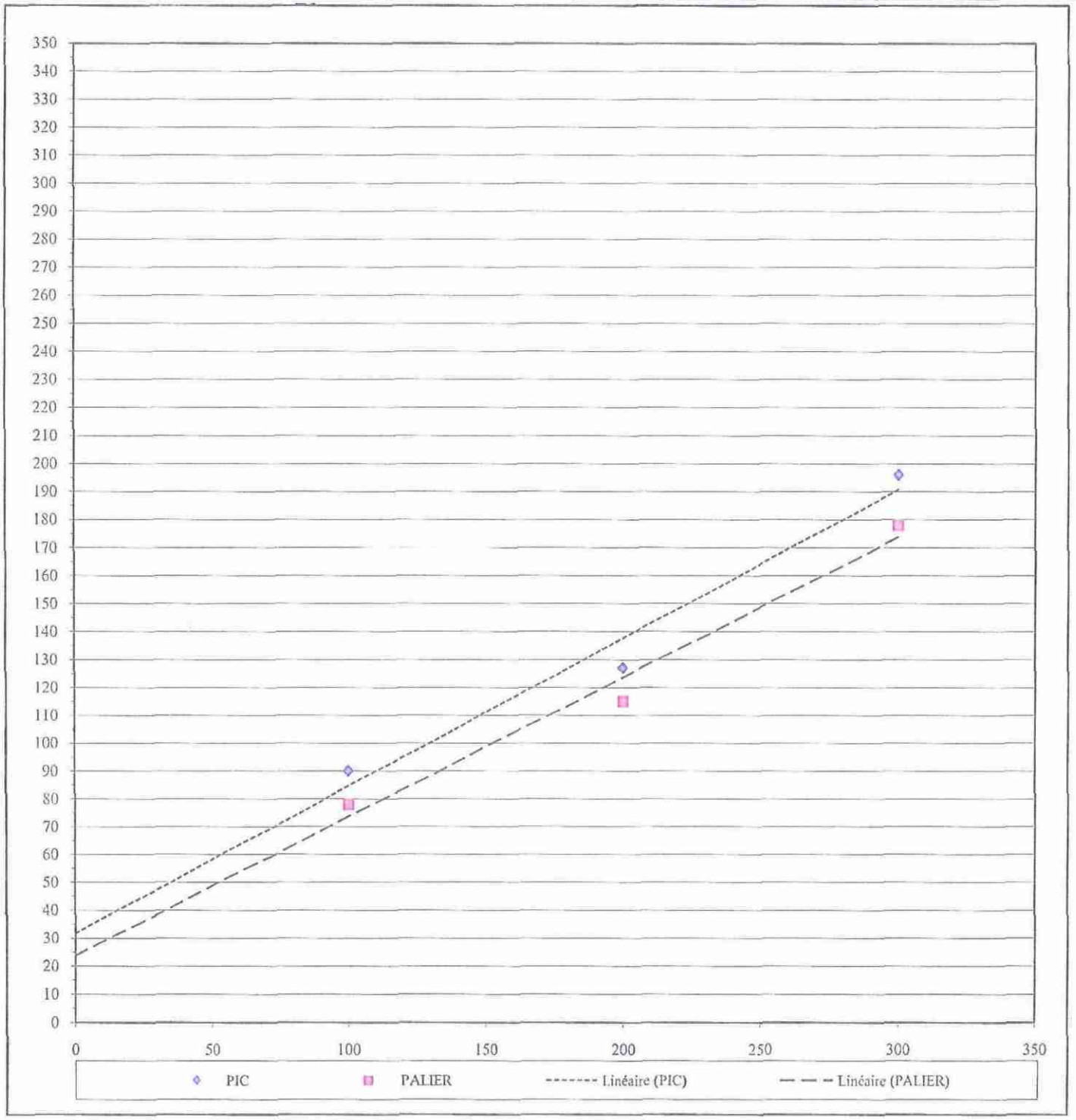


CHANTIER Glissement Acajou
DOSSIER : G001.9.128D
SONDAGE SC4
PROFONDEUR 8.6 à 9.0 m
NATURE Lave altérée argilisée
CONSISTANCE mi-raide

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	90	78
200	127	115
300	196	178

PIC		PALIER	
pente	0.53	pente	0.5
PHI (rad)	0.487359	PHI (rad)	0.463648
PHI (°)	**28**	**PHI (°)**	**27**
C	**32**	**C**	**24**



CHANTIER Glissement Acajou
DOSSIER : G001.9.128D
SONDAGE SC4
PROFONDEUR 13.3-13.7 m
NATURE Argile plastique
CONSISTANCE mi-raide

TYPE D'ESSAI : LENT DRAINE

CONTRAINTE	PIC	PALIER
100	66	
200	141	
300	224	

PIC		PALIER	
pente	0.73	pente	
PHI (rad)	0.630578	PHI (rad)	
PHI (°)	**36**	**PHI (°)**	
C	**0**	**C**	

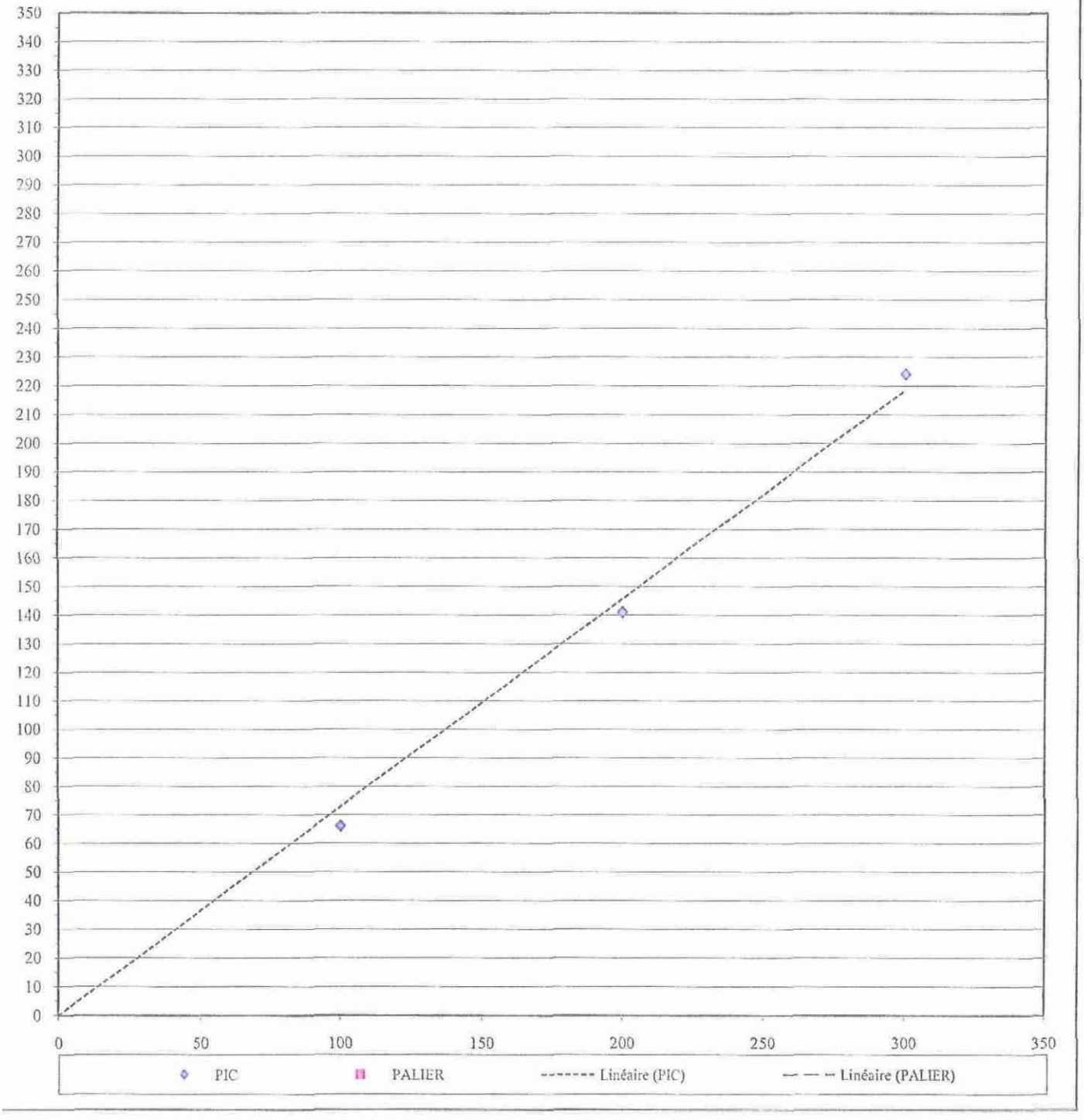


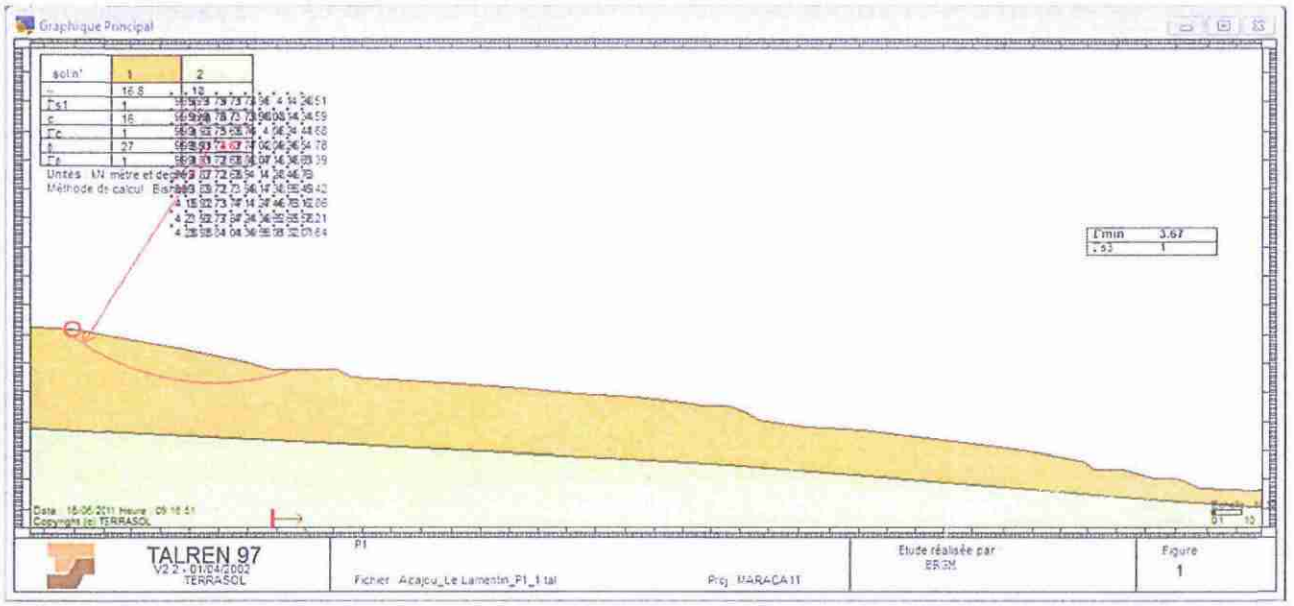
TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

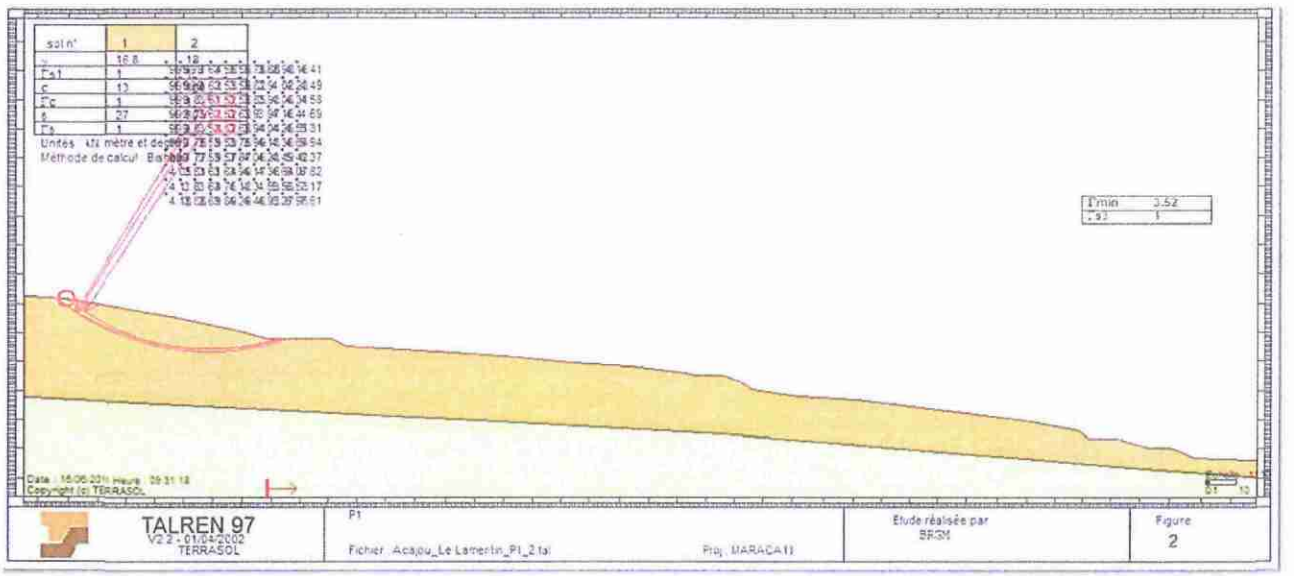
Sondage	Profondeur m/TN	Teneur en eau %	Densité sèche	Densité humide	VBS g/100g	C_p' kPa	φ_p' kPa	C_r' kPa	φ_r' kPa
SC1	1.0	70	0.92	1.56	9.8				
SC1	2.0	51	1.13	1.70	8.3				
SC1	4.0/4.4	46	1.17	1.70	9.1	NI	NI	23	29
SC2	1.0	47	1.06	1.55	7.7				
SC2	4.0	40	1.20	1.68	3.0				
SC2	5.5/5.9	39	1.24	1.73		NI	NI	23	29
SC3	1.6/2.0	56	1.04	1.61	12.7	1	29	0	28
SC3	7.0/7.5	50	1.17	1.78	13.3	55	23	14	29
SC3	4.0	62	1.00	1.62	7.4				
SC4	1.2/1.6	56	1.08	1.68	3.3	15	29	13	25
SC4	3.6/4.0	42	1.29	1.82	3.0	38	28	45	24
SC4	8.6/9.0	52	1.14	1.73		32	28	24	27
SC4	13.3/13.7	46	1.19	1.75		0	36	NI	NI

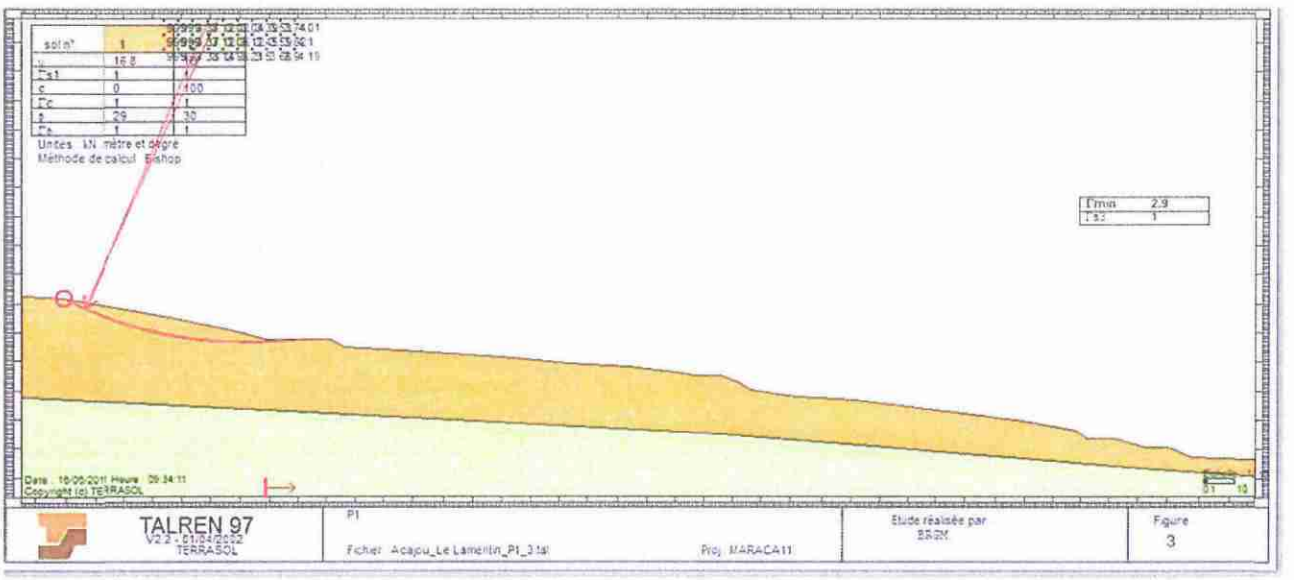
C_p' Cohésion consolidée drainée au pic
φ_p' Angle de frottement consolidée drainée au pic
C_r' Cohésion consolidée drainée résiduelle
φ_r' Angle de frottement consolidée drainée résiduelle
NI Non interprétable

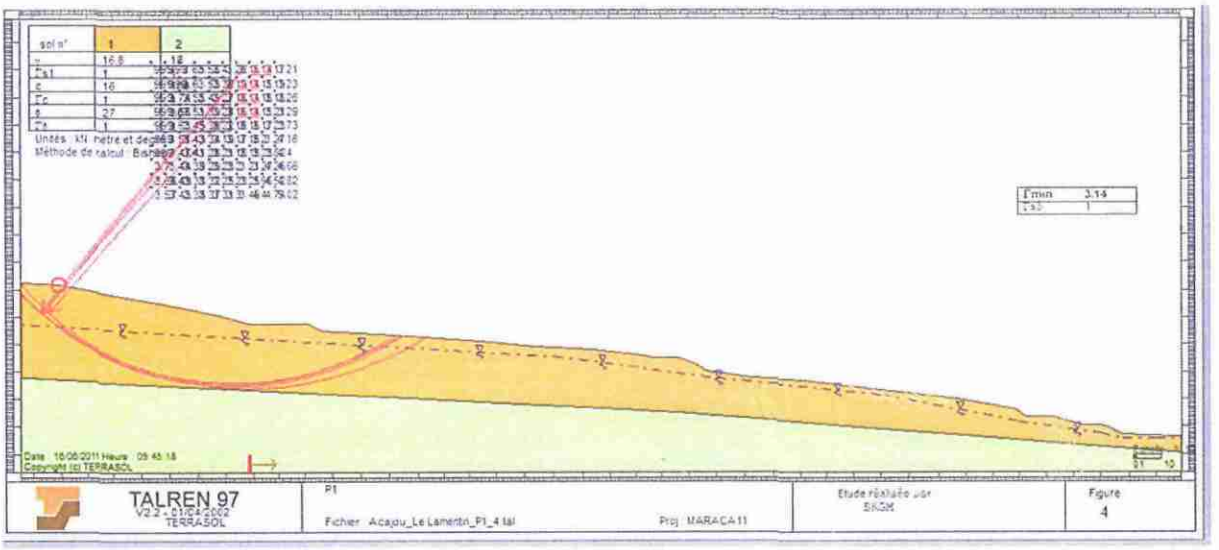
Annexe 2

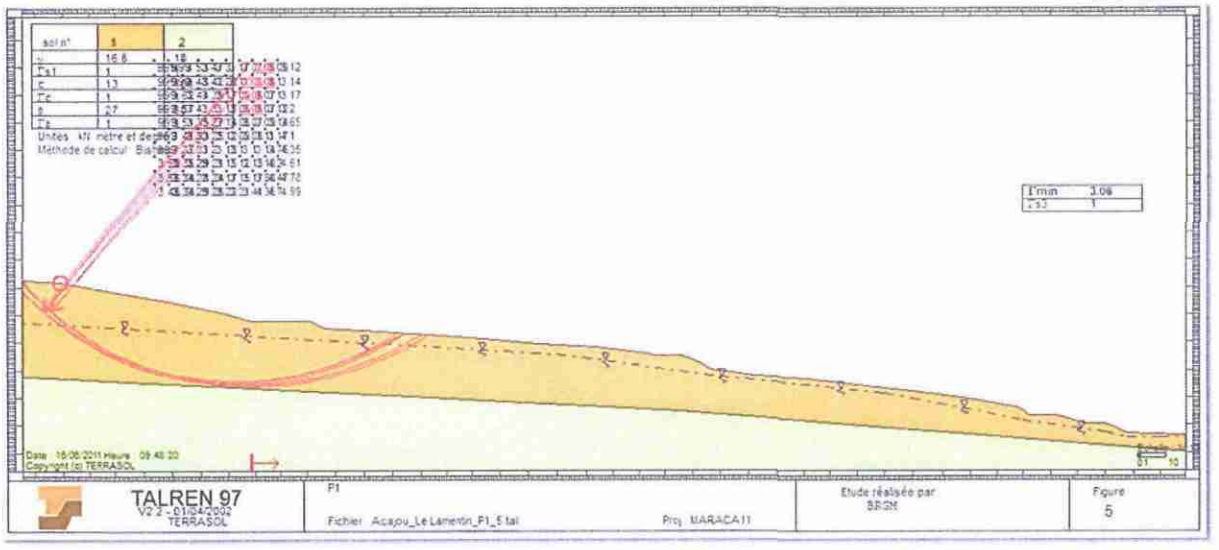
Résultats des modélisations sous Talren

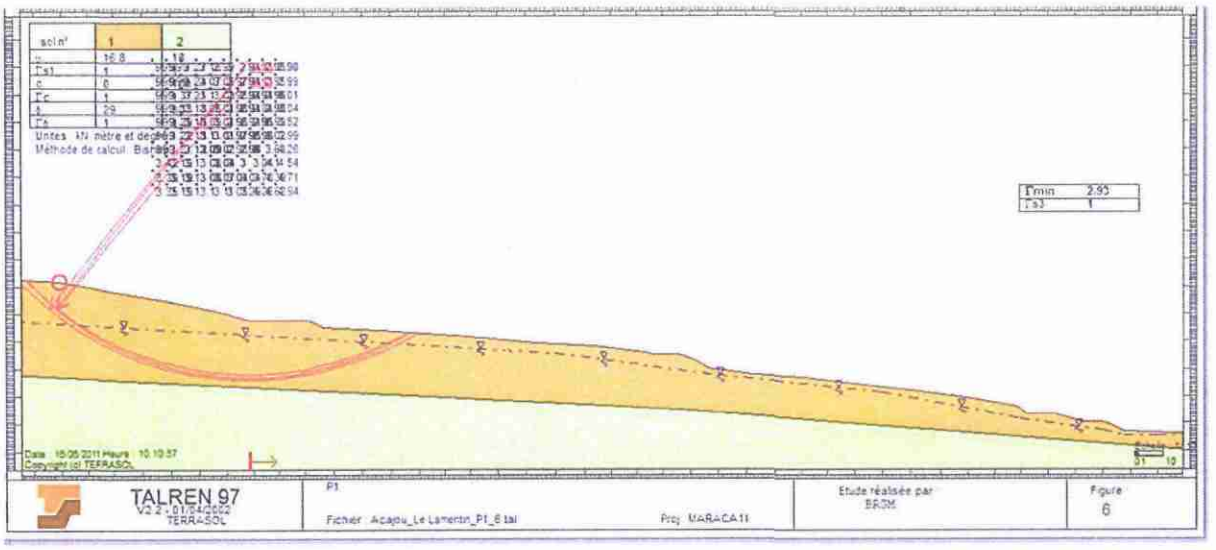

Graphique Principal
sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.67
Date : 16/06/2011 Heure : 09:16:51
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_1.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
1

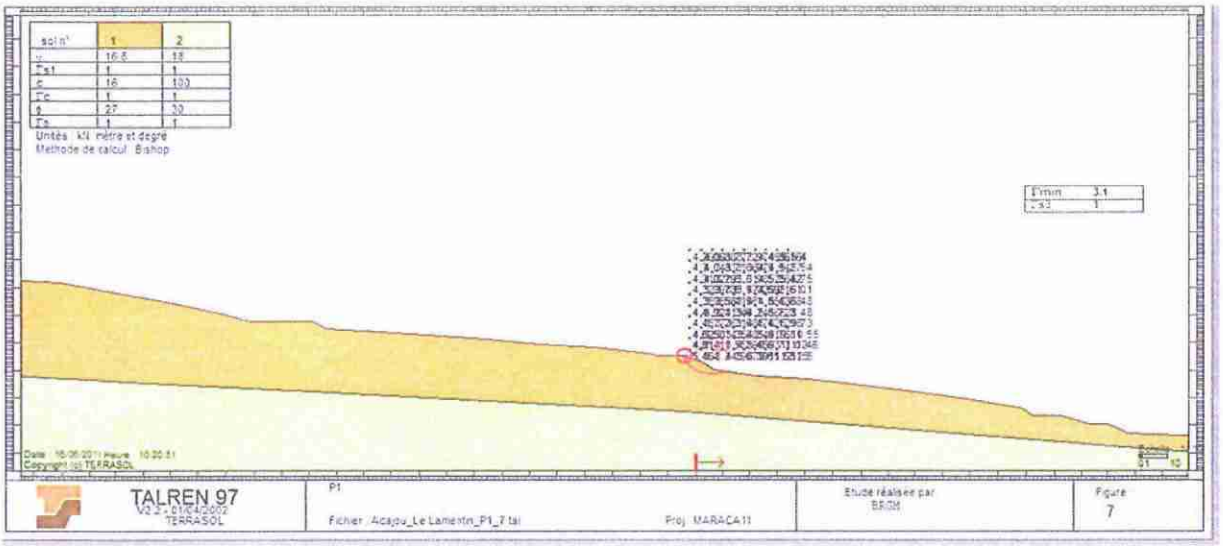

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.52
Date : 16/06/2011 Heure : 09:31:18
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_2.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
2

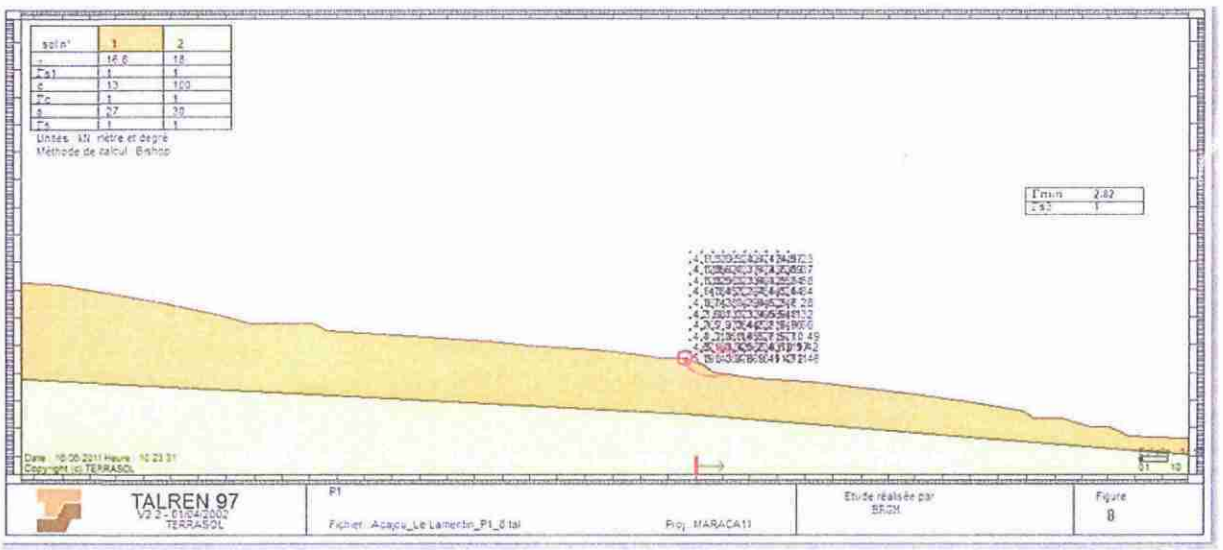

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.9
Date : 16/06/2011 Heure : 09:34:11
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_3.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
3

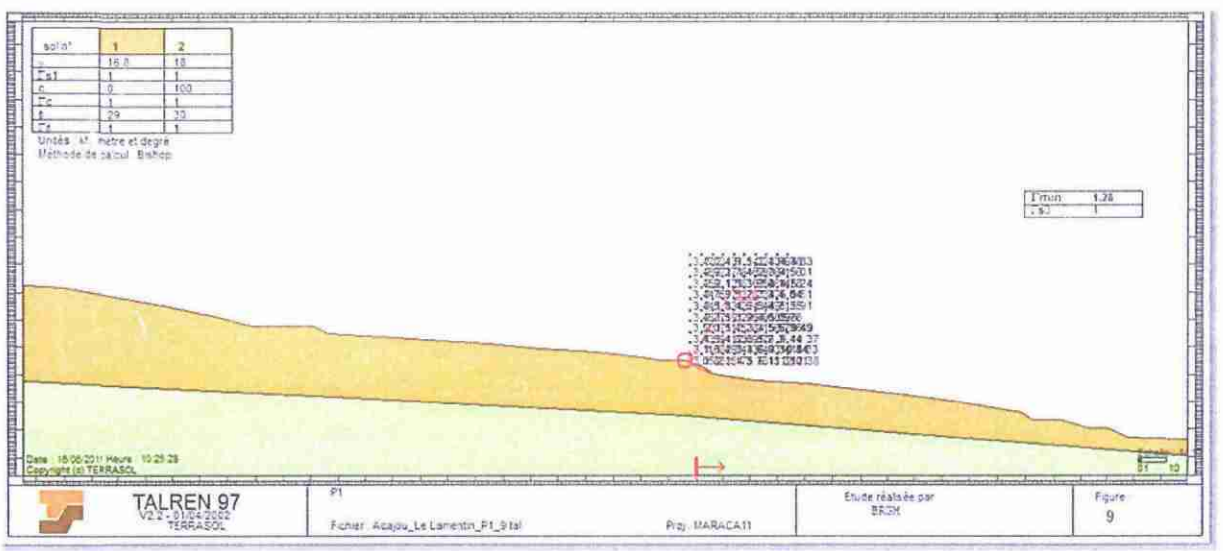

TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_4.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
4

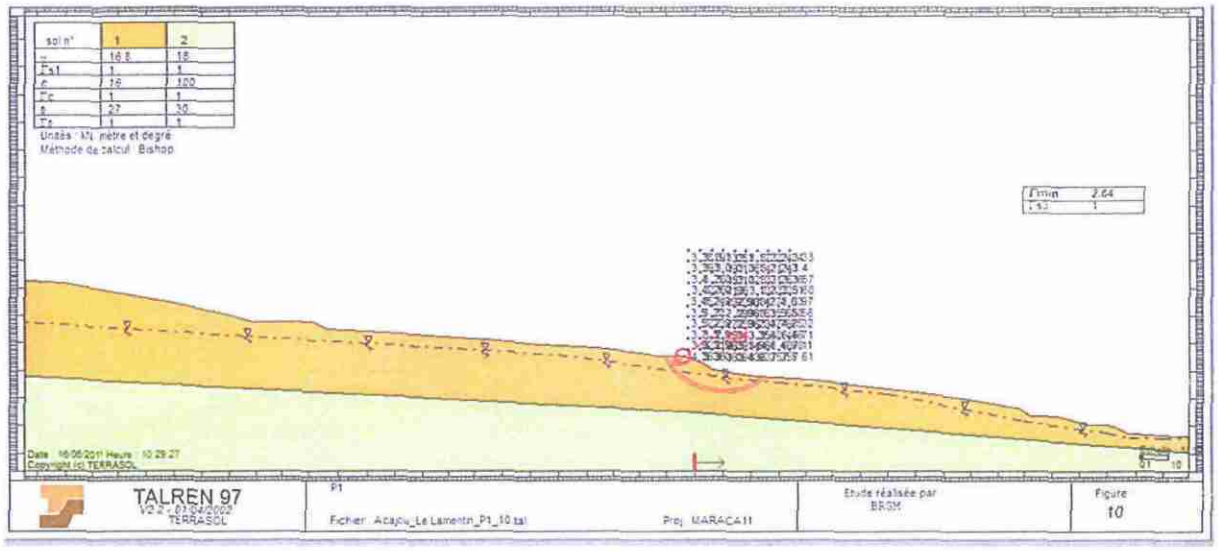

TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_5.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
5

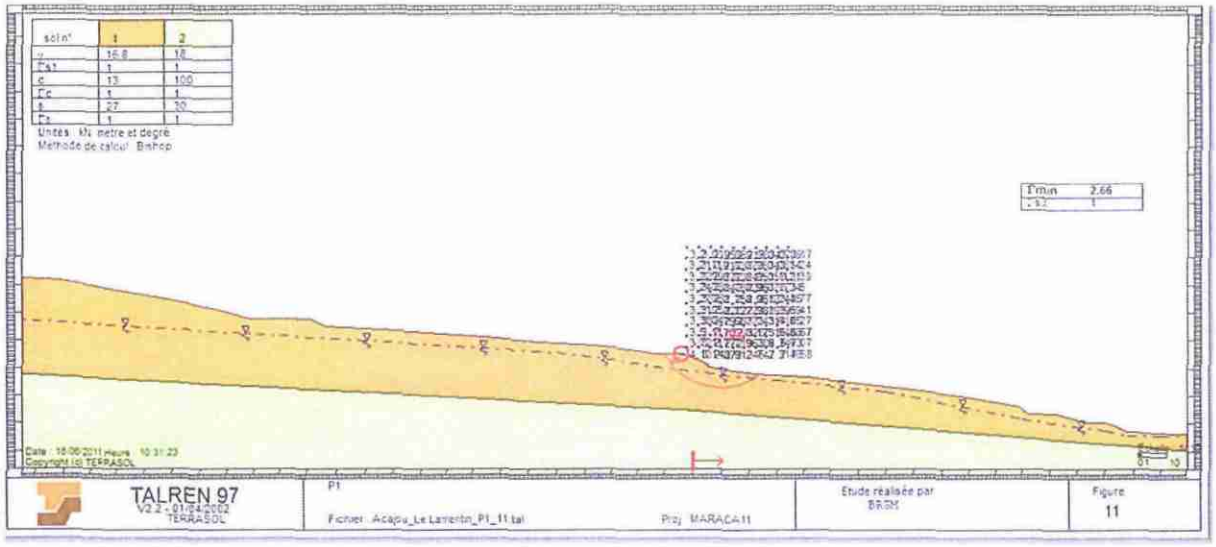

TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_6.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
6

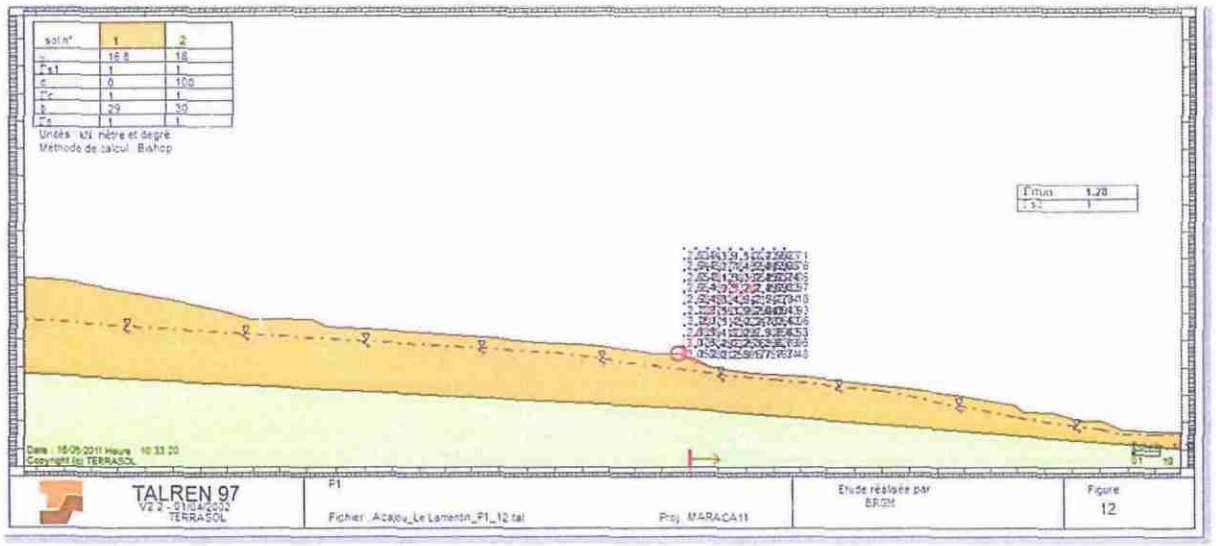

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.1
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_7.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
7

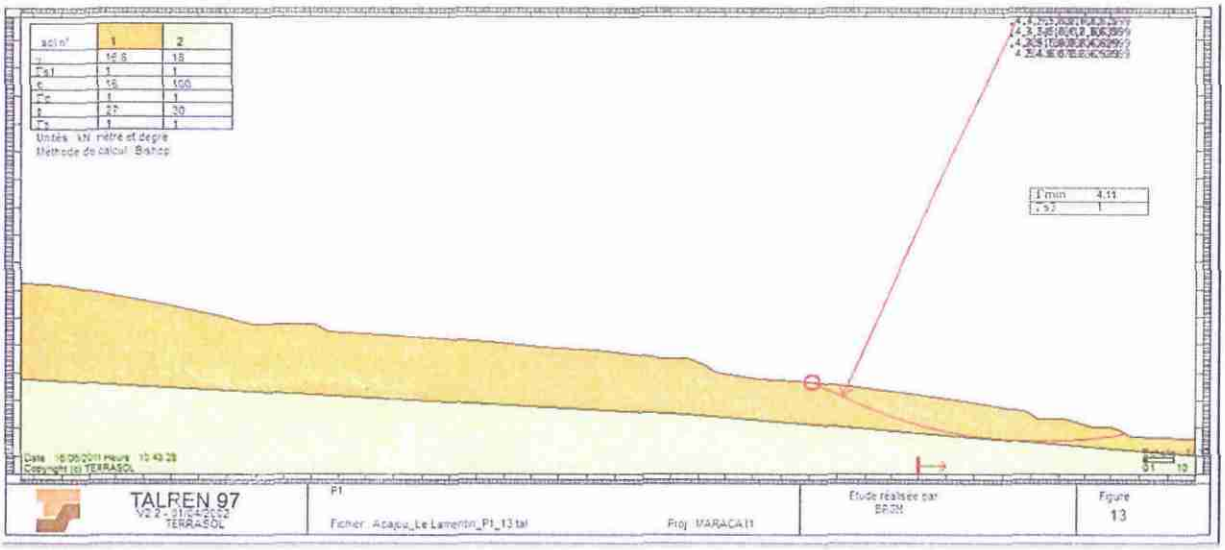

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.82
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_8.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
8

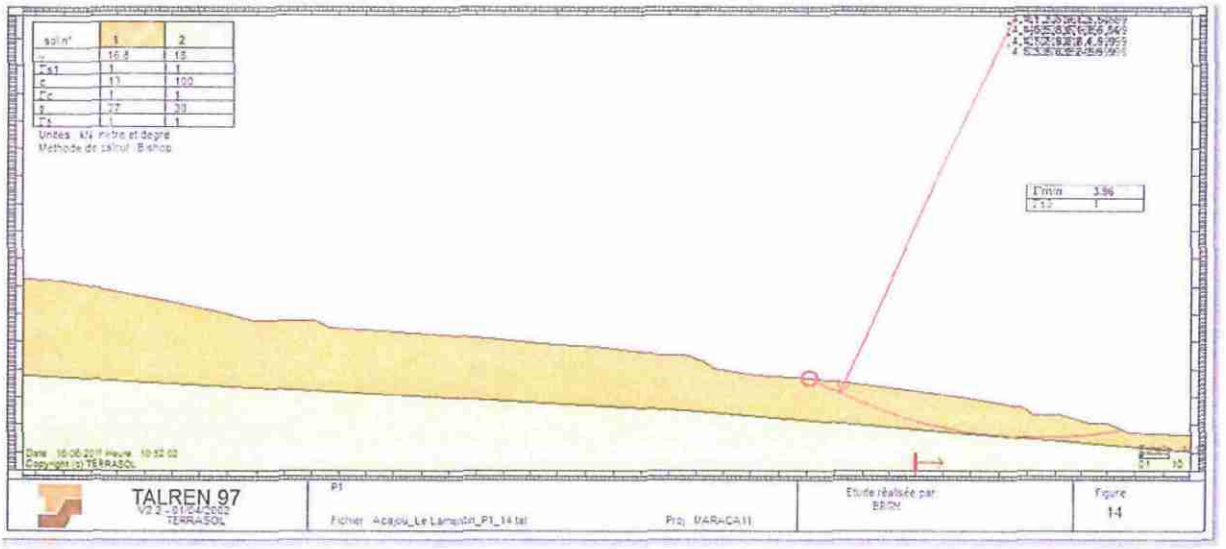

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.26
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_9.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
9

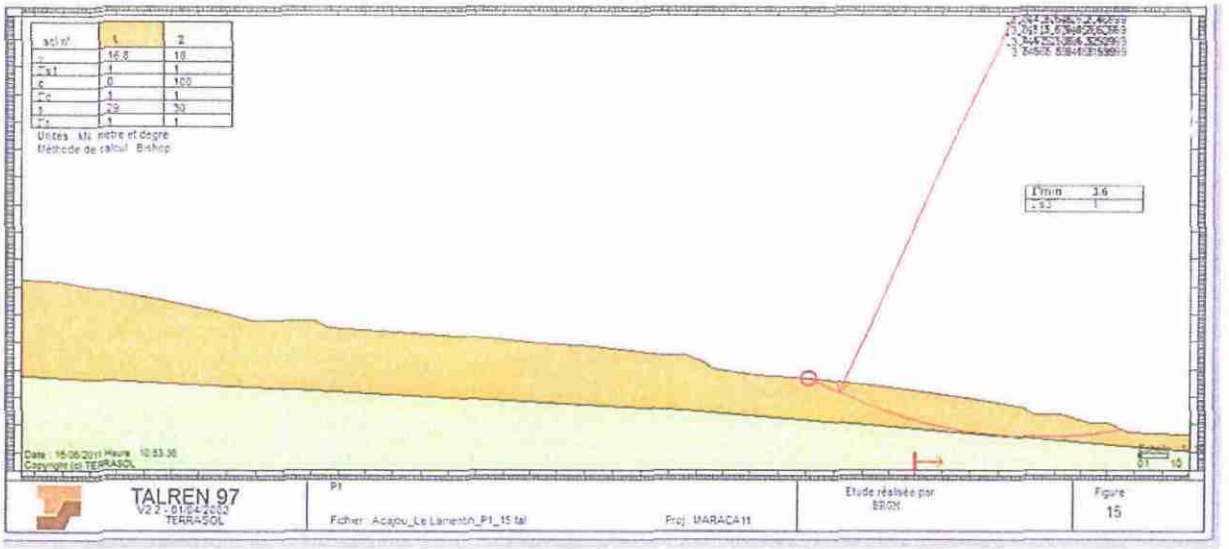

sol n°
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
TALREN 97
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_10.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
10

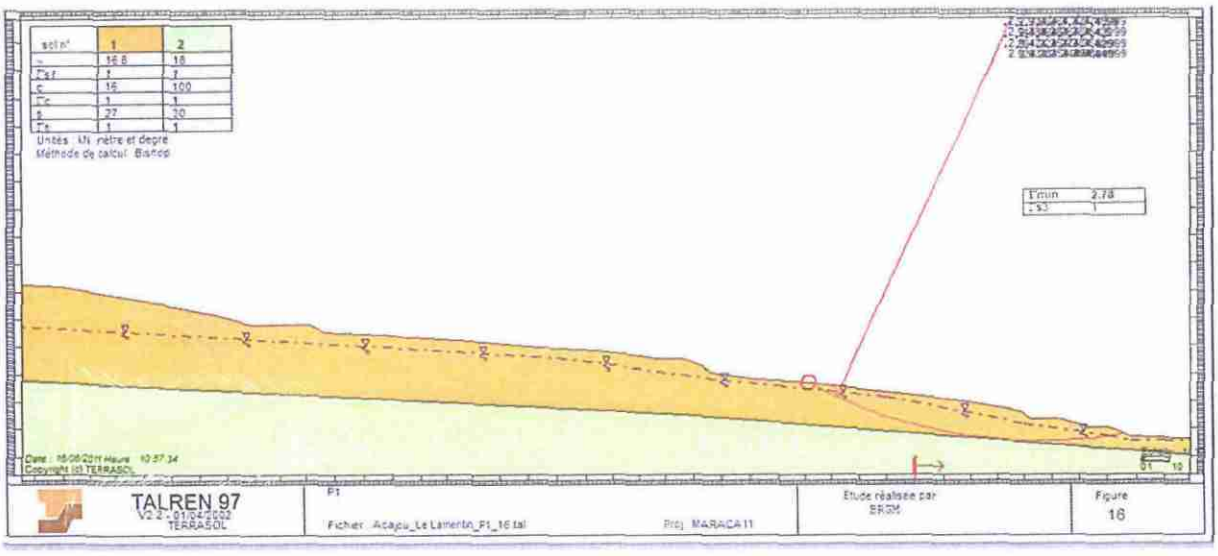

sol n°
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
TALREN 97
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_11.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
11

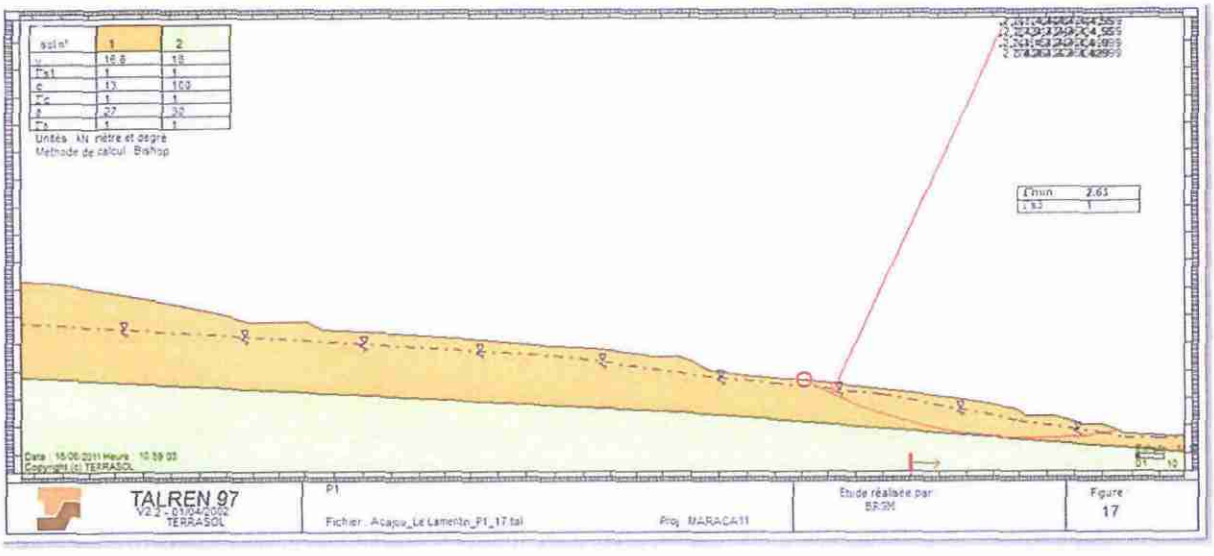

sol n°
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
TALREN 97
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_12.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
12

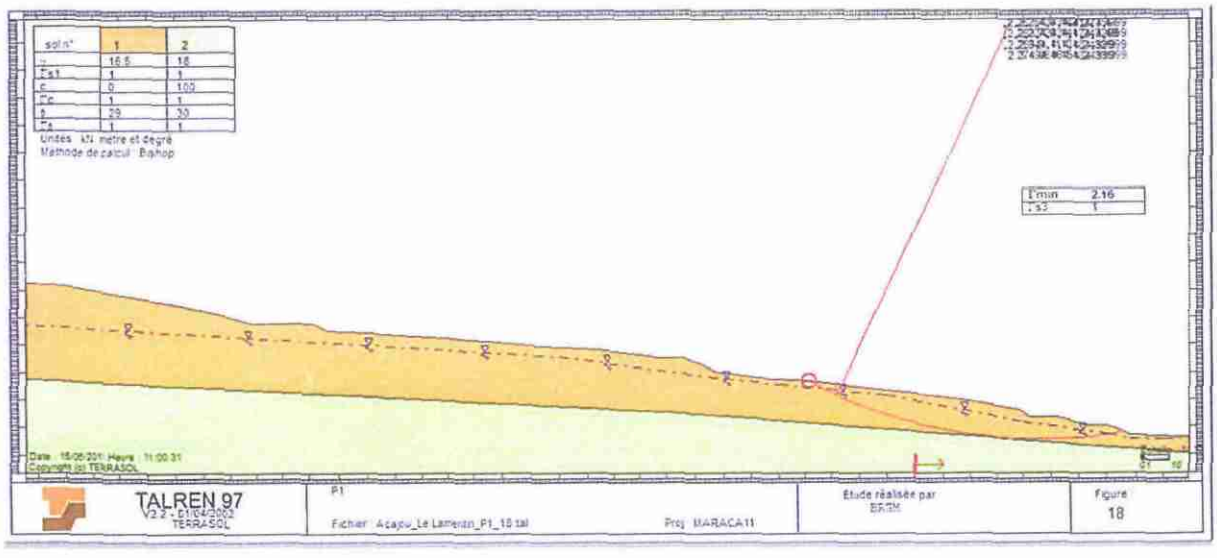

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
15
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 4.11
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_13.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
13

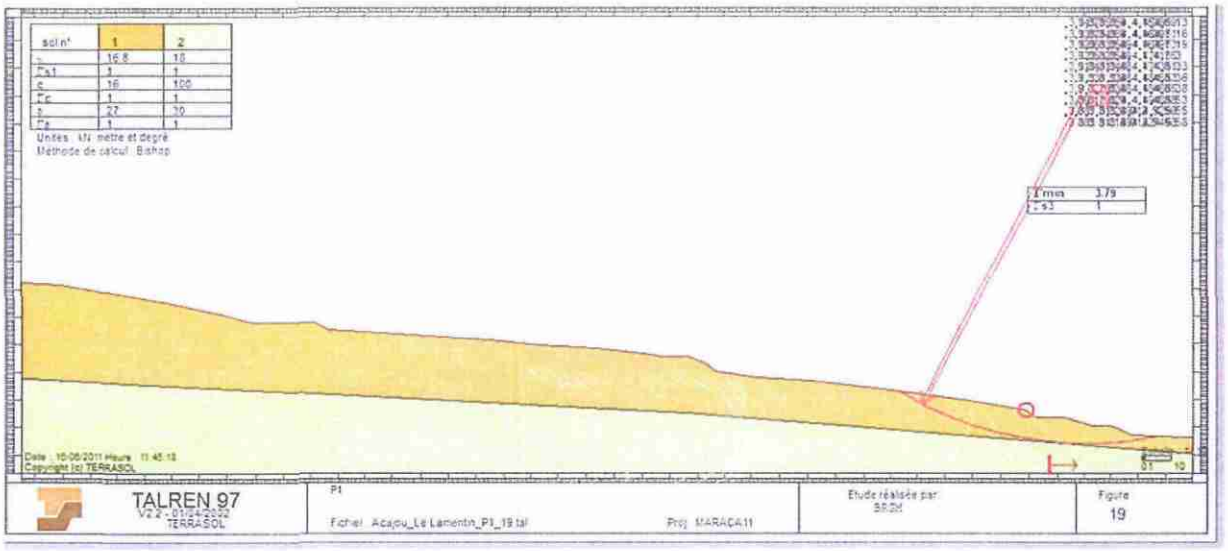

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
11
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.96
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_14.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
14

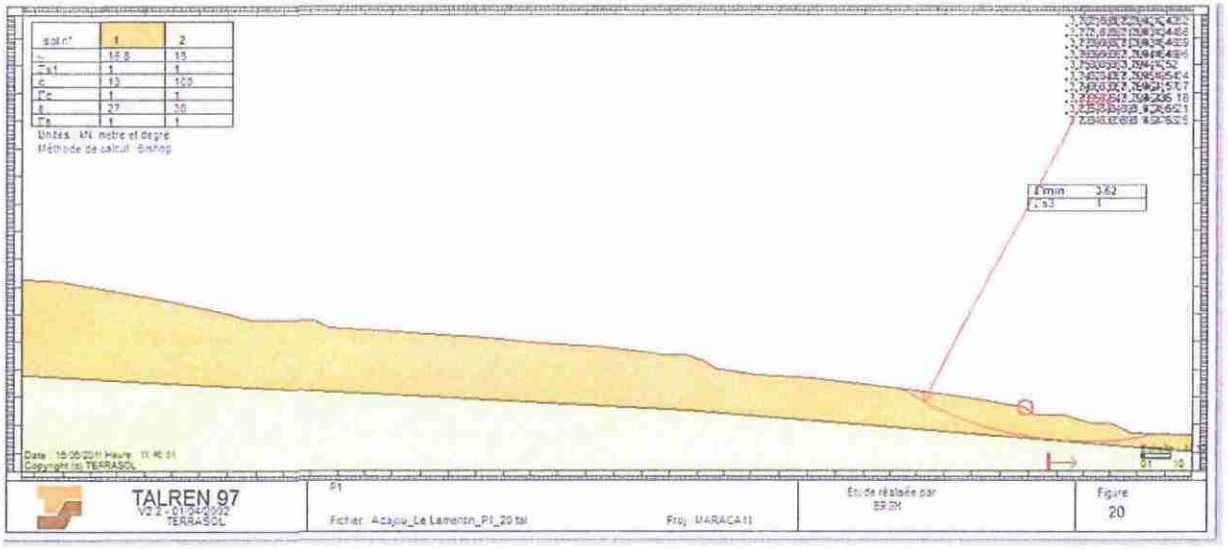

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.6
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_15.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
15

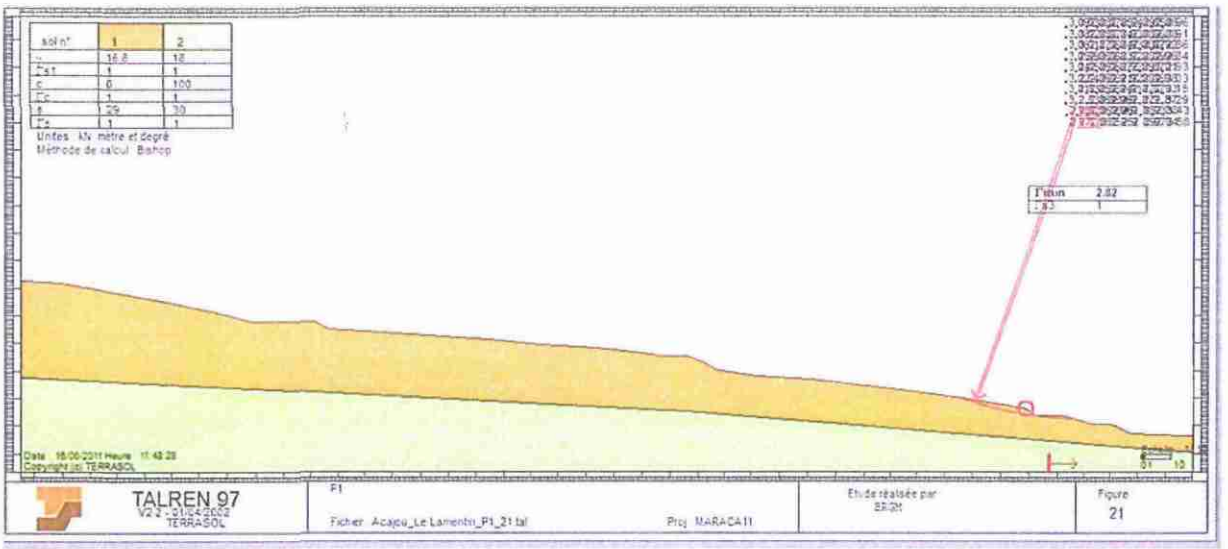

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
16
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
E'min 2.78
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_16.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
16

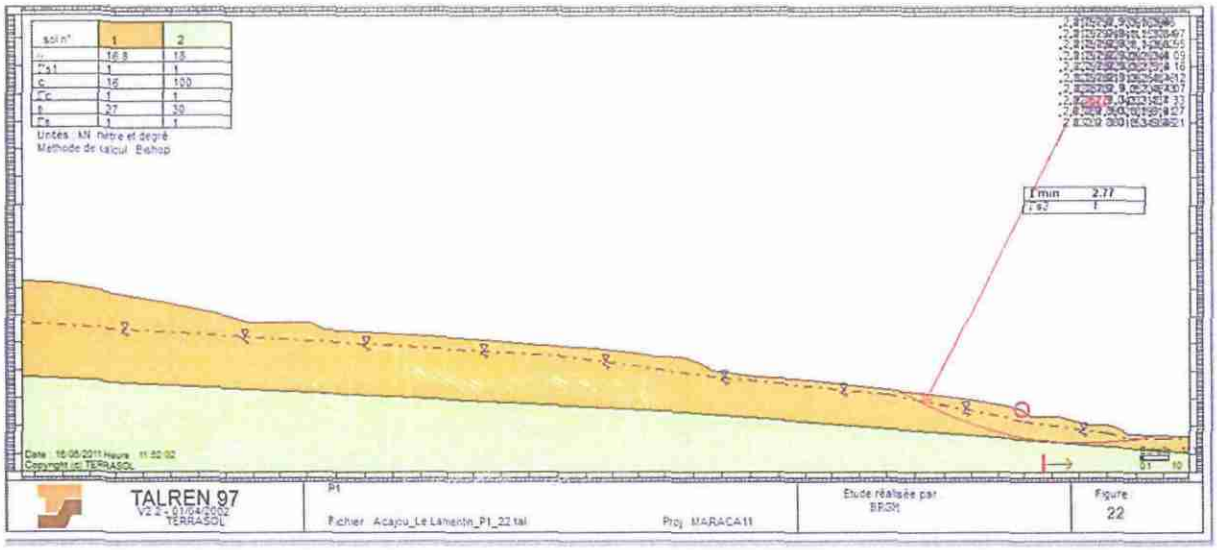

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
13
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
E'min 2.61
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_17.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
17

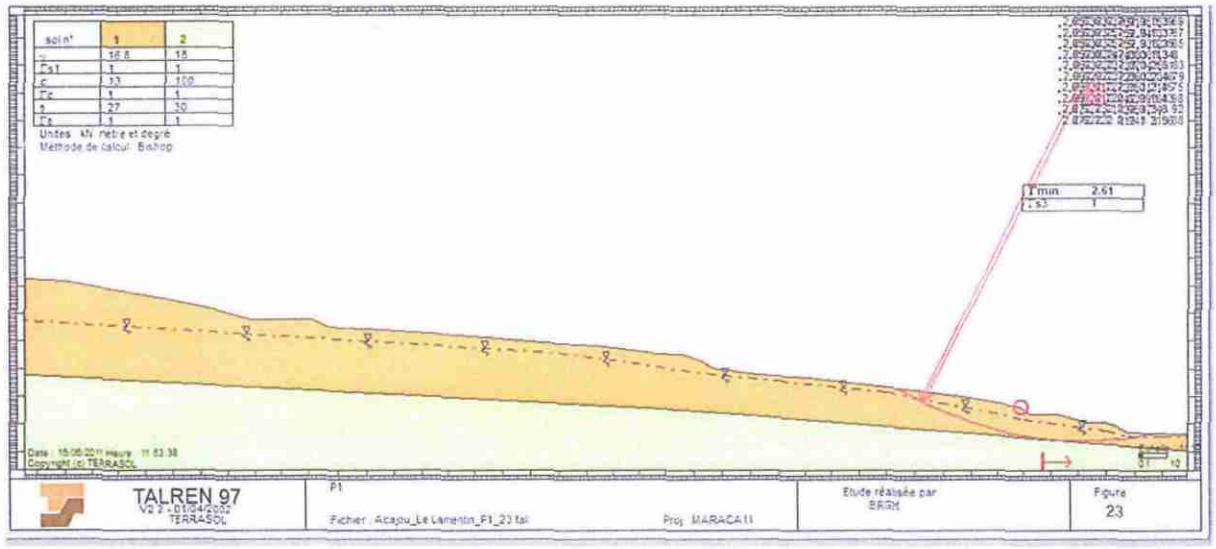

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
E'min 2.16
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_18.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
18

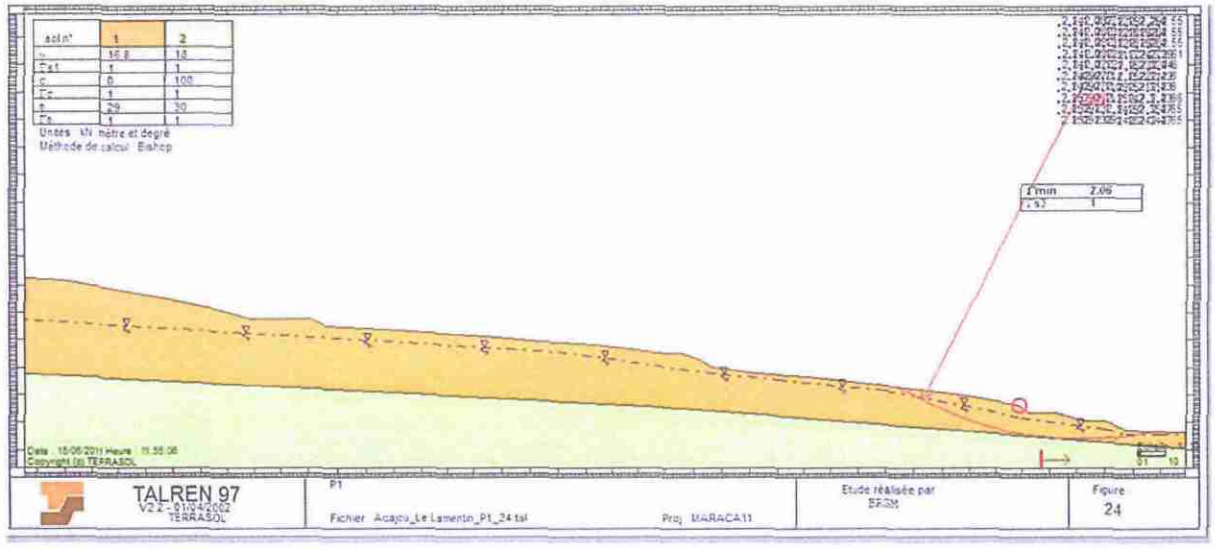

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
16
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.79
TALREN 97
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_19.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
Figure
19

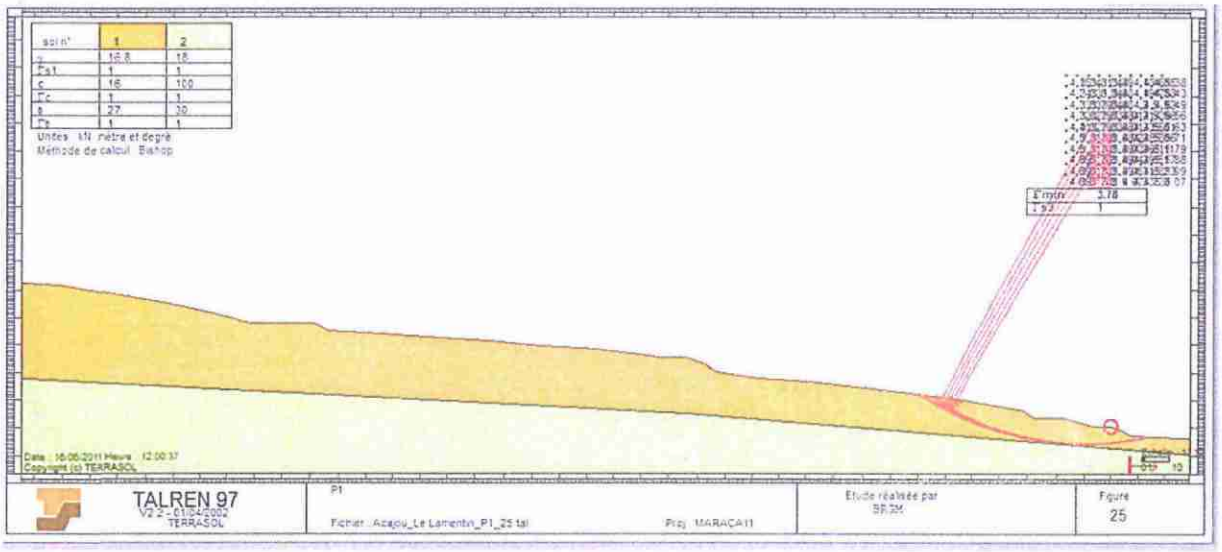

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
13
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.82
TALREN 97
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_20.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
Figure
20

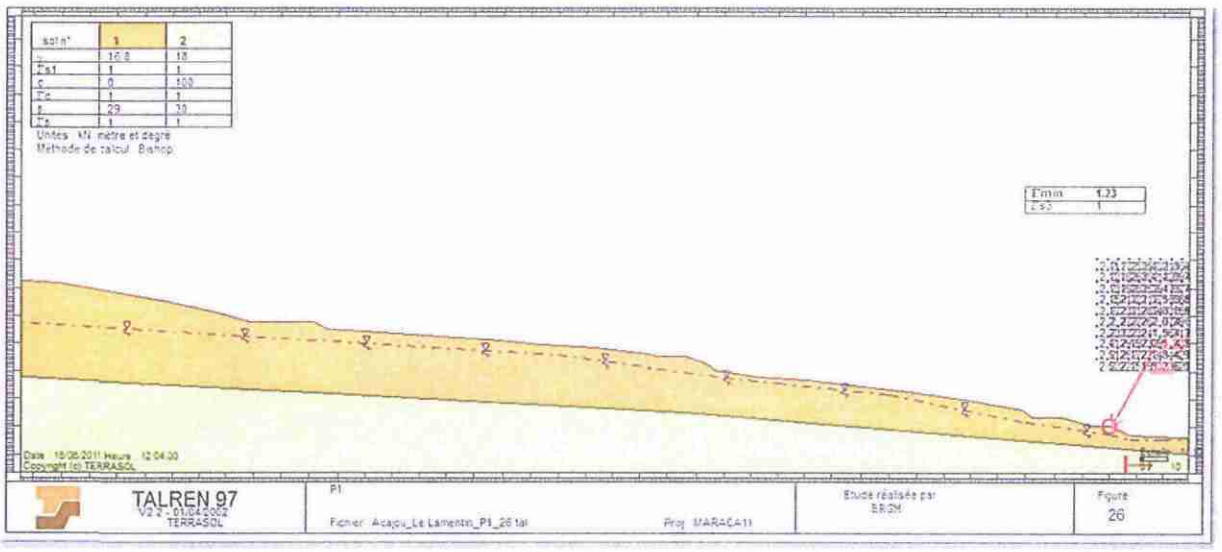

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.82
TALREN 97
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_21.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
Figure
21

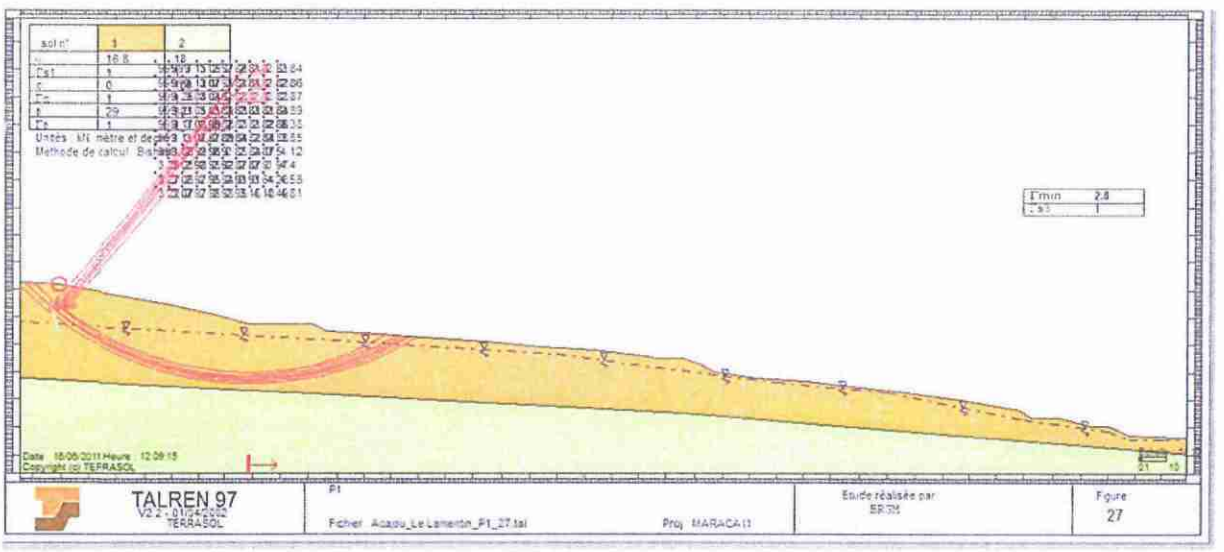

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
16
100
1
1
27
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 2.77
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_22.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
22

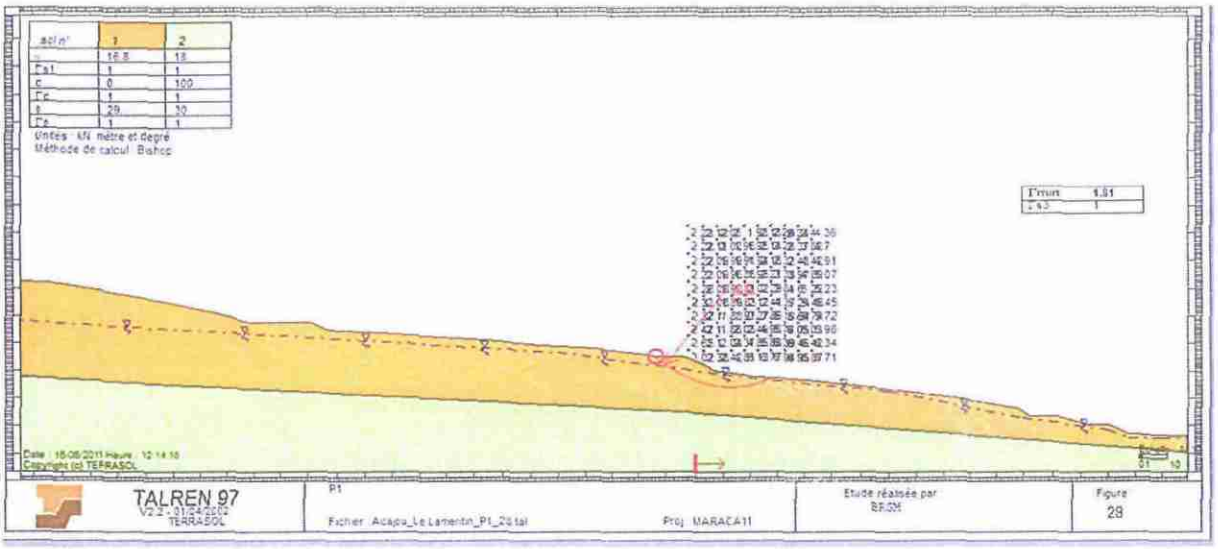

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
13
100
1
1
27
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 2.61
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_23.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
23

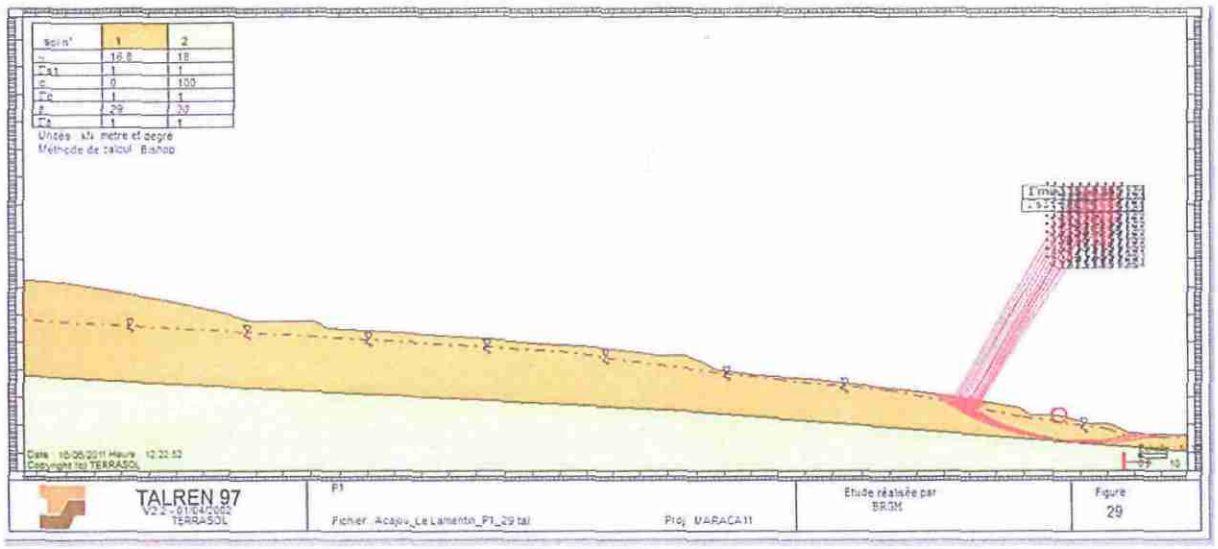

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 2.09
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_24.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
24

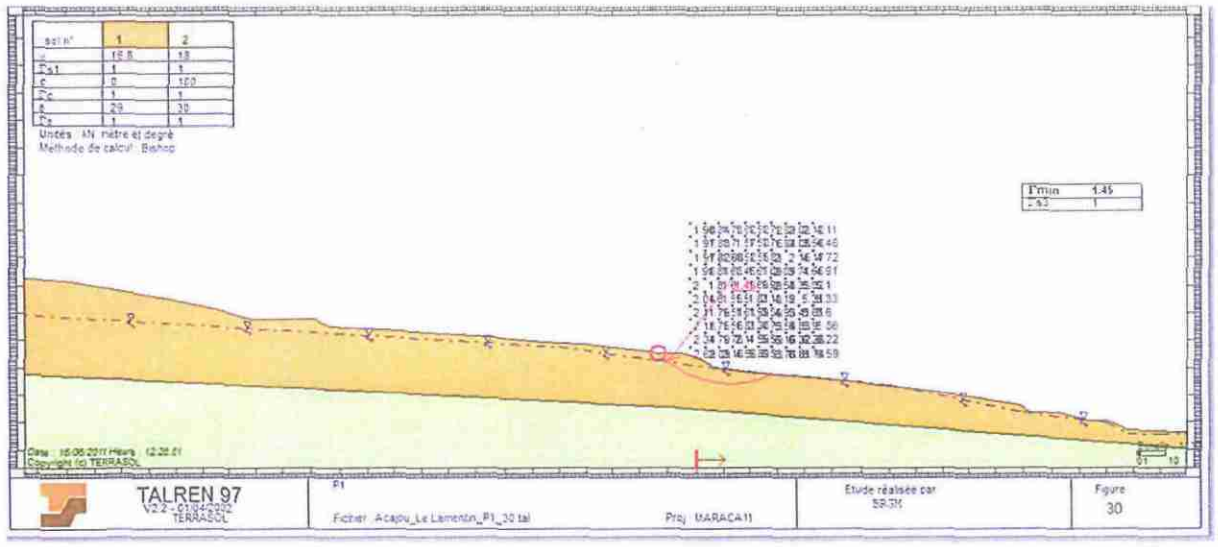

sol n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.78
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_25.tal
Proj MARACAIBO
Etude réalisée par
BRGM
Figure
25

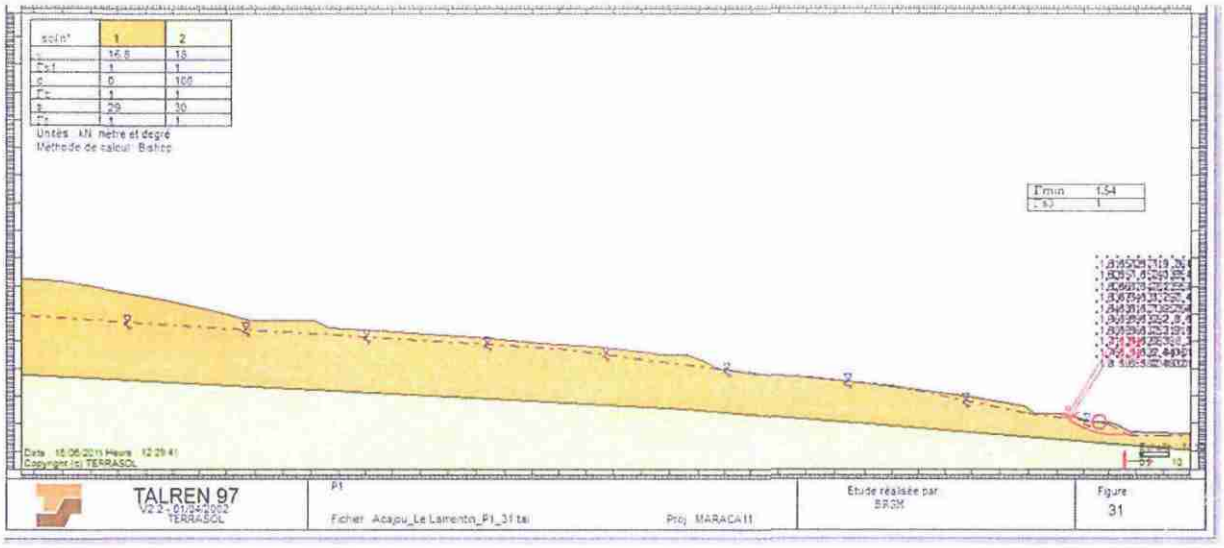

sol n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.23
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_26.tal
Proj MARACAIBO
Etude réalisée par
BRGM
Figure
26

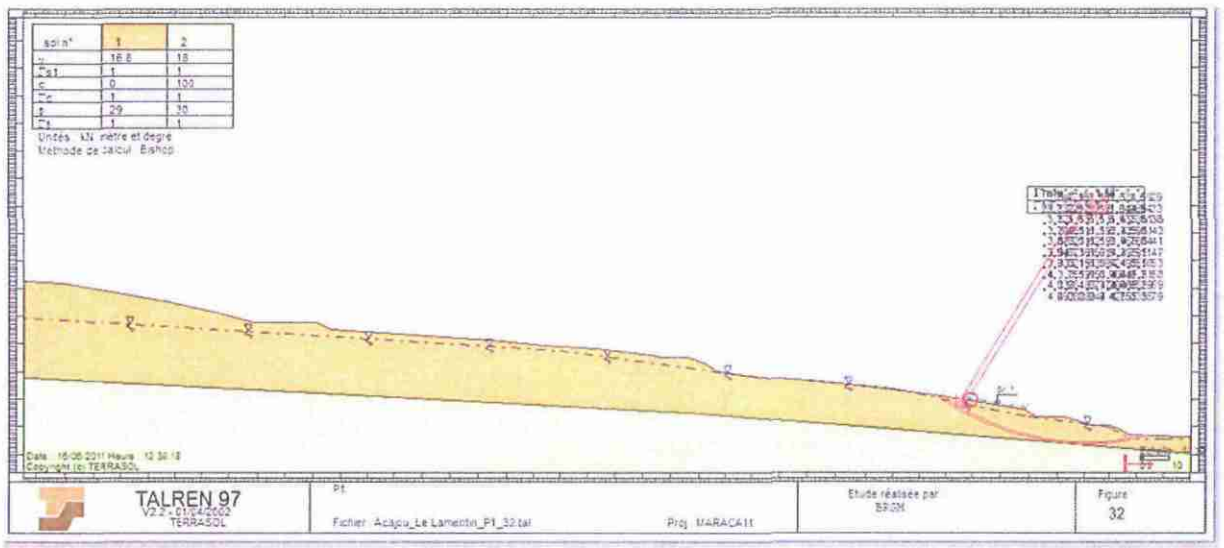

sol n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.8
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_27.tal
Proj MARACAIBO
Etude réalisée par
BRGM
Figure
27

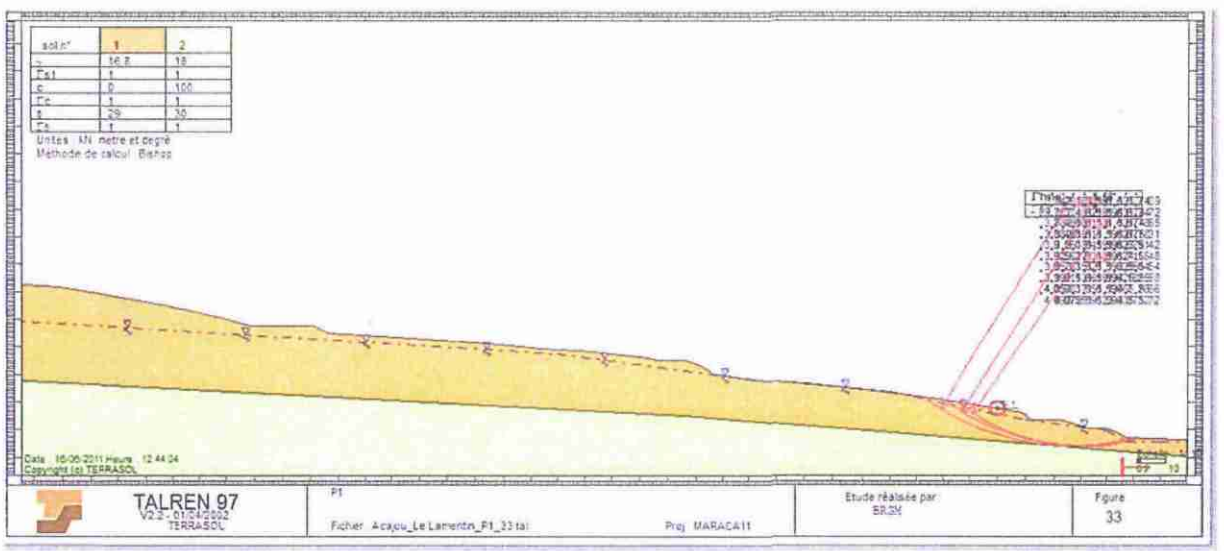

sol n°
1
2
16.8
18
Fs1
1
1
c
0
100
Fc
1
1
φ
29
30
Fφ
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.51
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_29.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
29

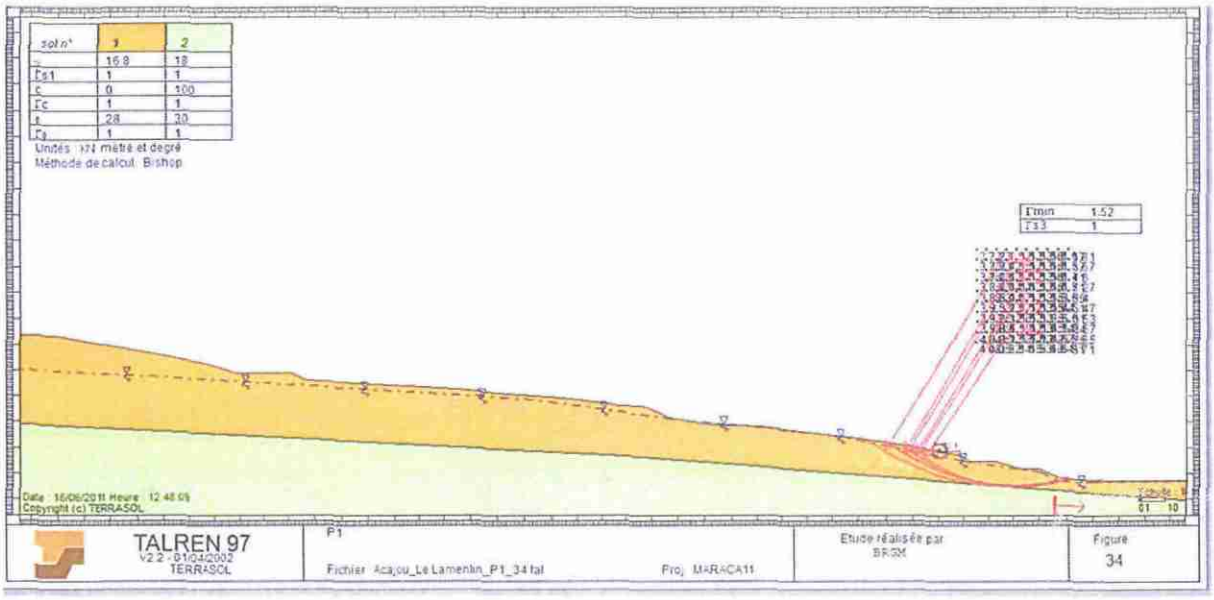

sol n°
1
2
16.8
18
Fs1
1
1
c
0
100
Fc
1
1
φ
29
30
Fφ
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_29.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
29

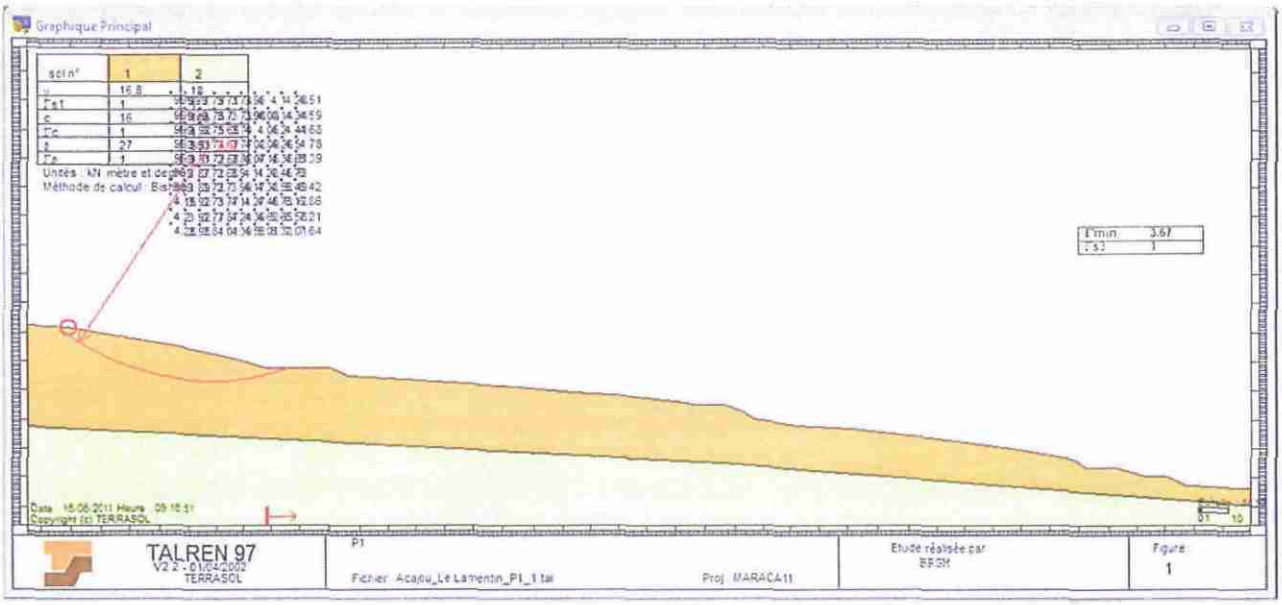

sol n°
1
2
16.8
18
Fs1
1
1
c
0
100
Fc
1
1
φ
29
30
Fφ
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.45
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_30.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
30

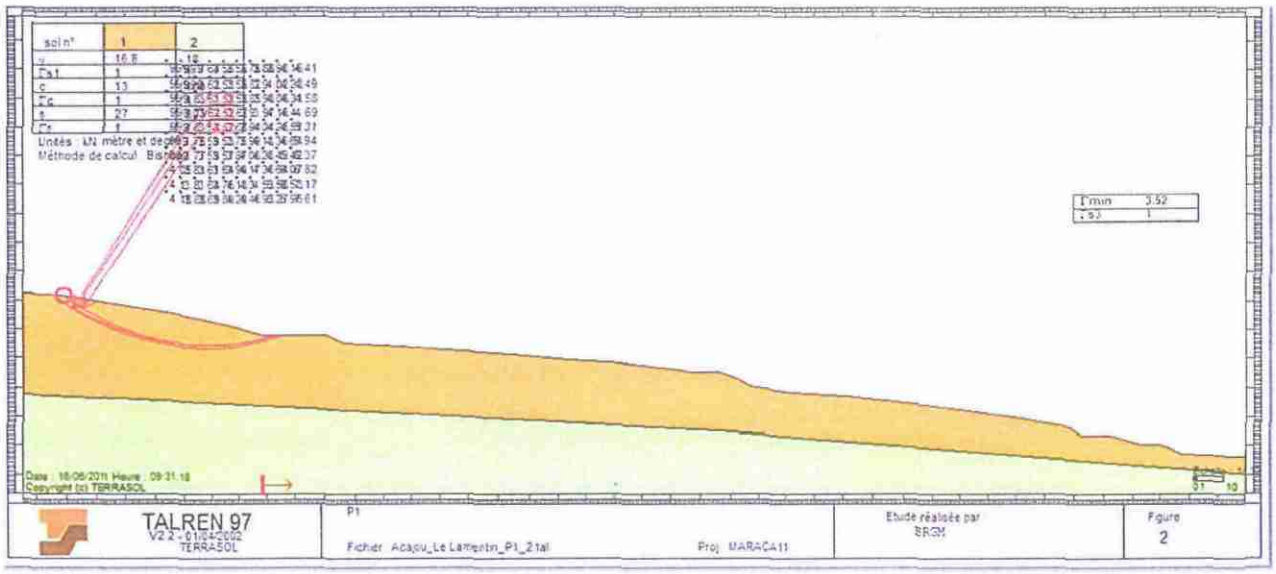

soil n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_31.tal
Proj MARACAIT
Etude réalisée par
BRGM
Figure
31

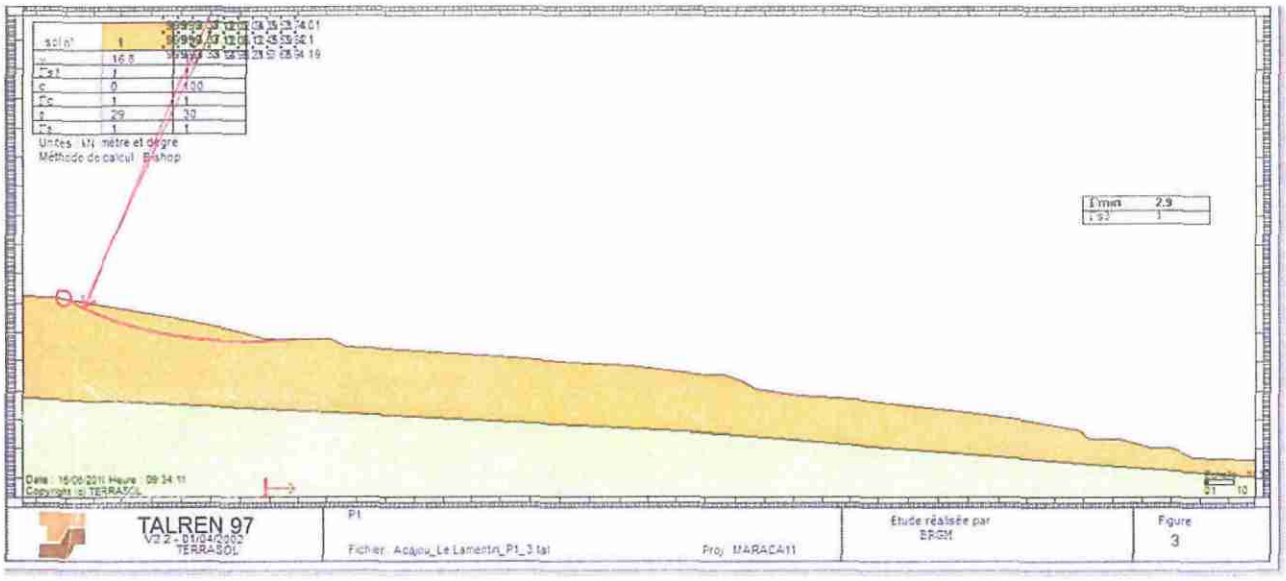

soil n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_32.tal
Proj MARACAIT
Etude réalisée par
BRGM
Figure
32

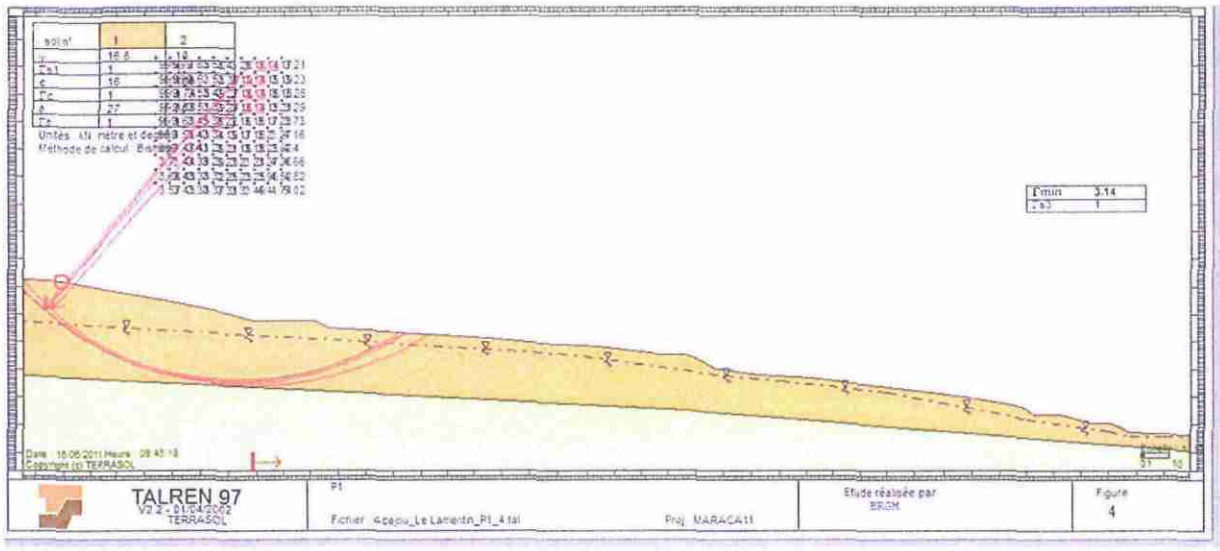

soil n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_33.tal
Proj MARACAIT
Etude réalisée par
BRGM
Figure
33

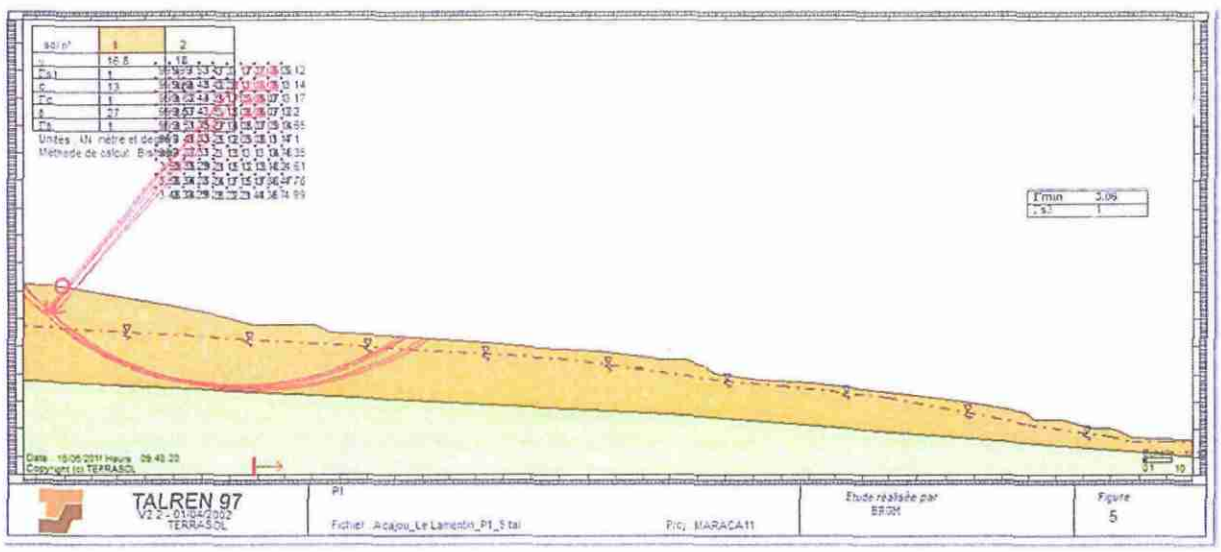

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
28
30
1
1
Unités : kN mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
F min 1.52
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_34.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
34

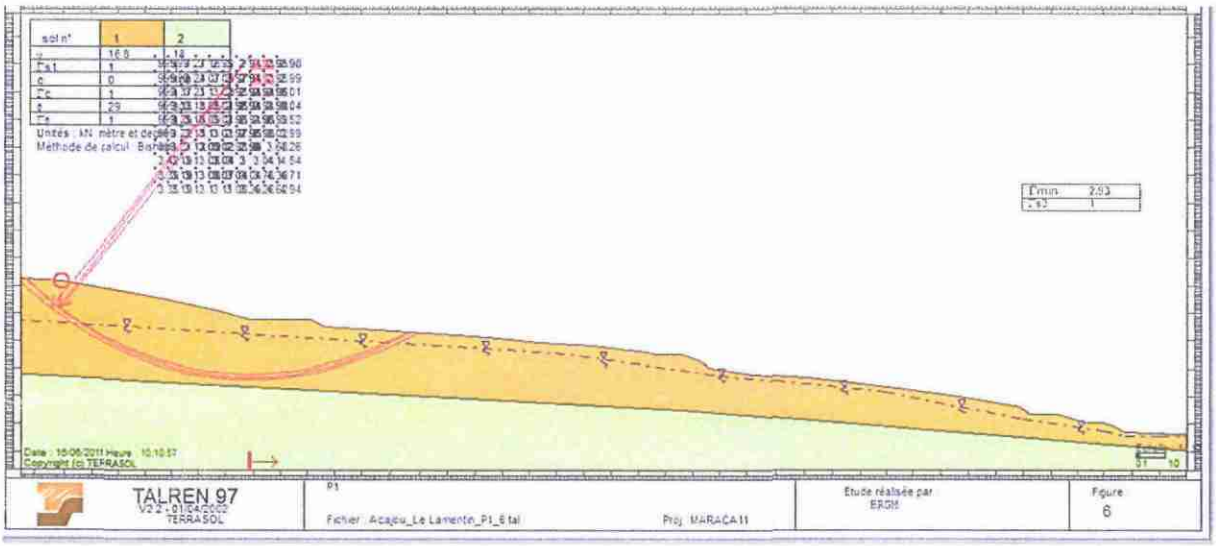

Graphique Principal
sol n°
1
2
16.8
18
1
16
1
27
1
Unités : kN mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
F min 3.67
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_1.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
1

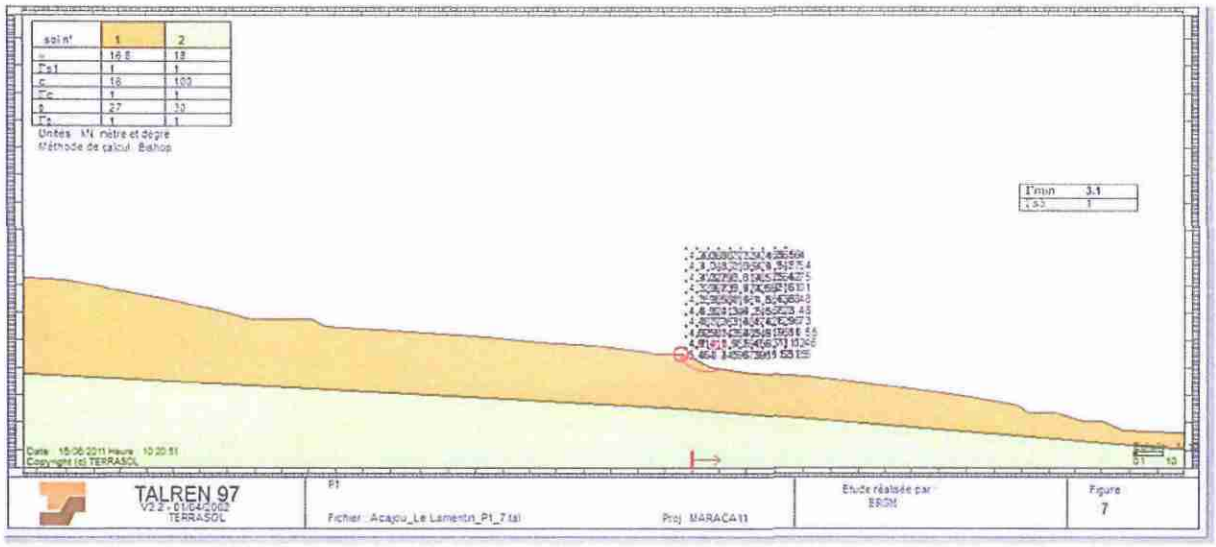

sol n°
1
2
16.8
18
1
13
1
27
1
Unités : kN mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
F min 3.52
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_2.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
2

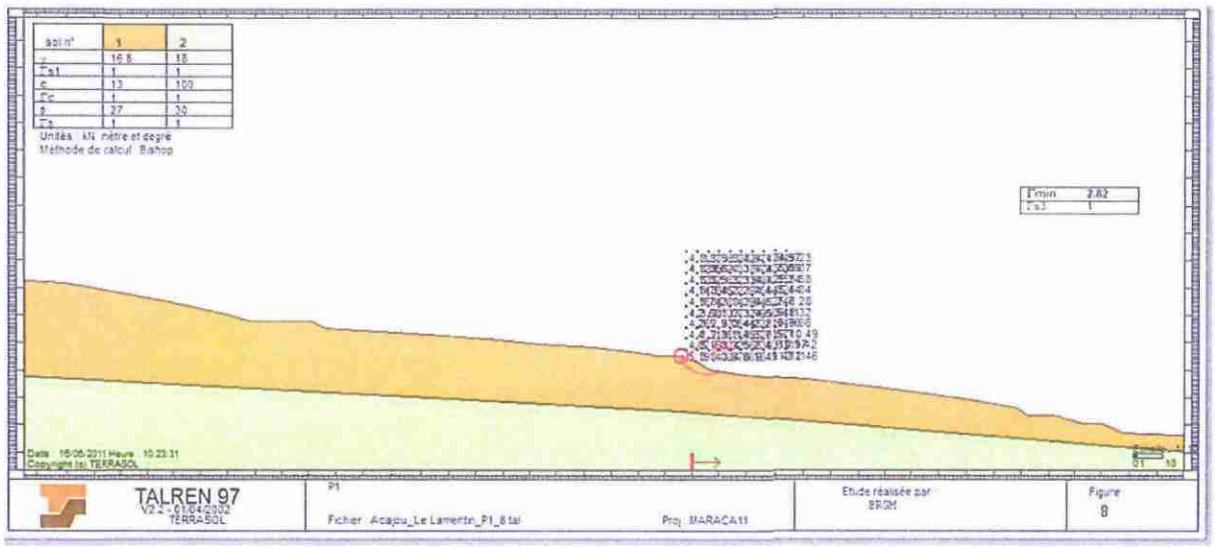

sol n°
1
16.8
1
0
1
29
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 2.9
Date : 16/06/2011 Heure : 09:34:11
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_3.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
3

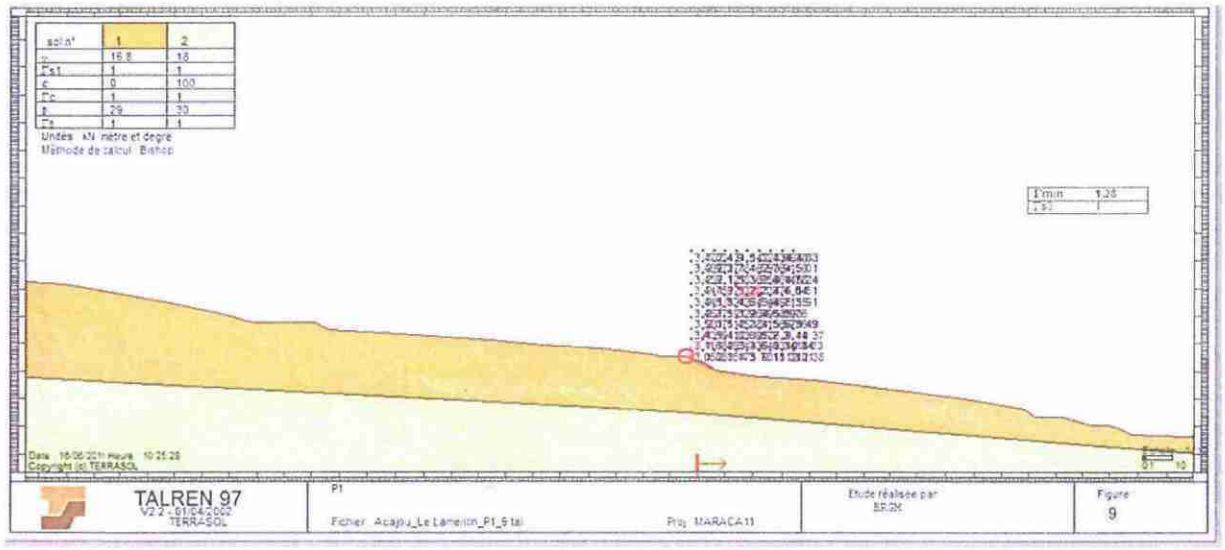

sol n°
1
2
16.8
18
1
16
1
27
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 3.14
Date : 16/06/2011 Heure : 09:45:18
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_4.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
4

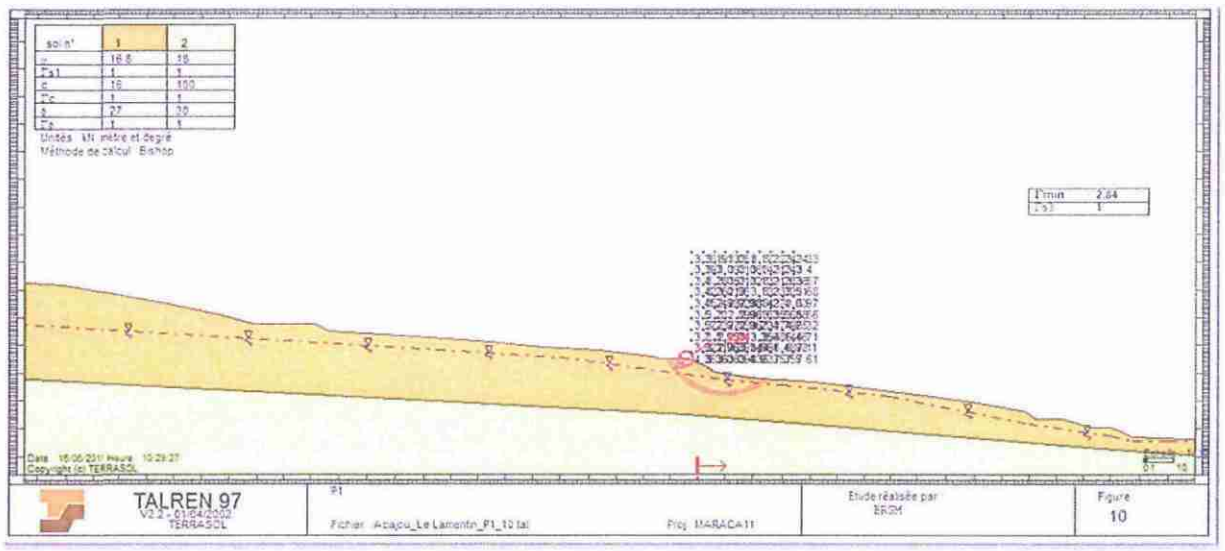

sol n°
1
2
16.8
18
1
13
1
27
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 3.09
Date : 16/06/2011 Heure : 09:49:20
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_5.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
5

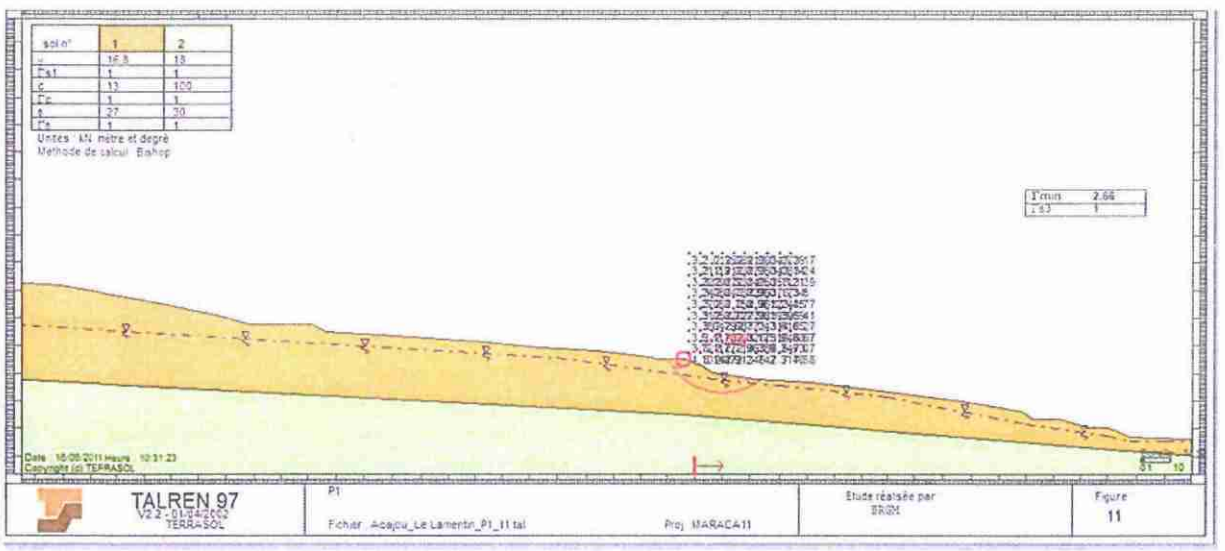

sol n°
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 2.03
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_6.tal
Proj. MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
6

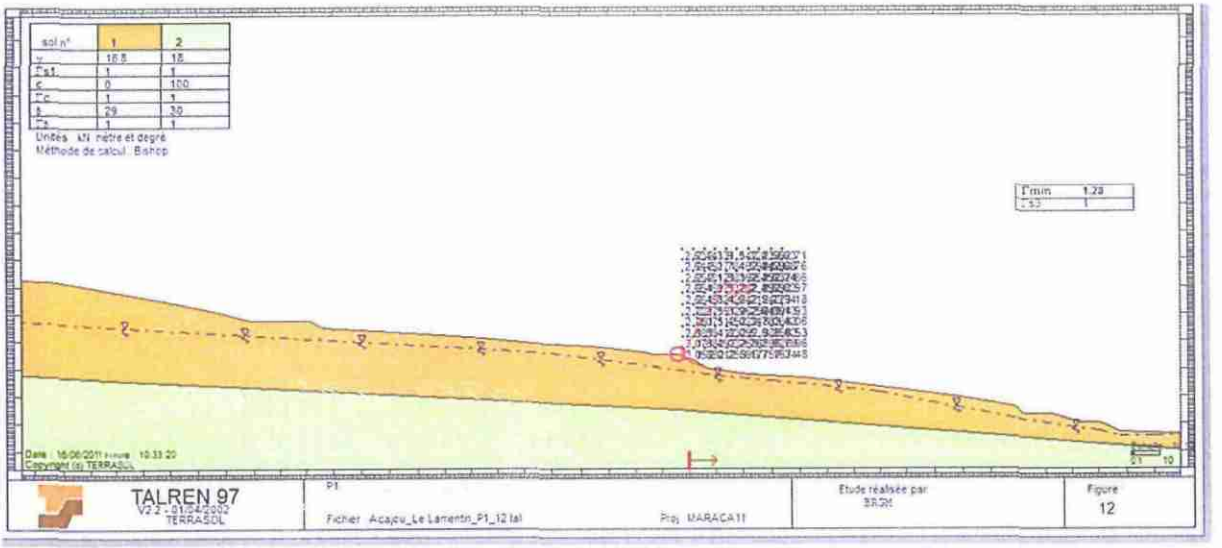

sol n°
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 3.1
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_7.tal
Proj. MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
7

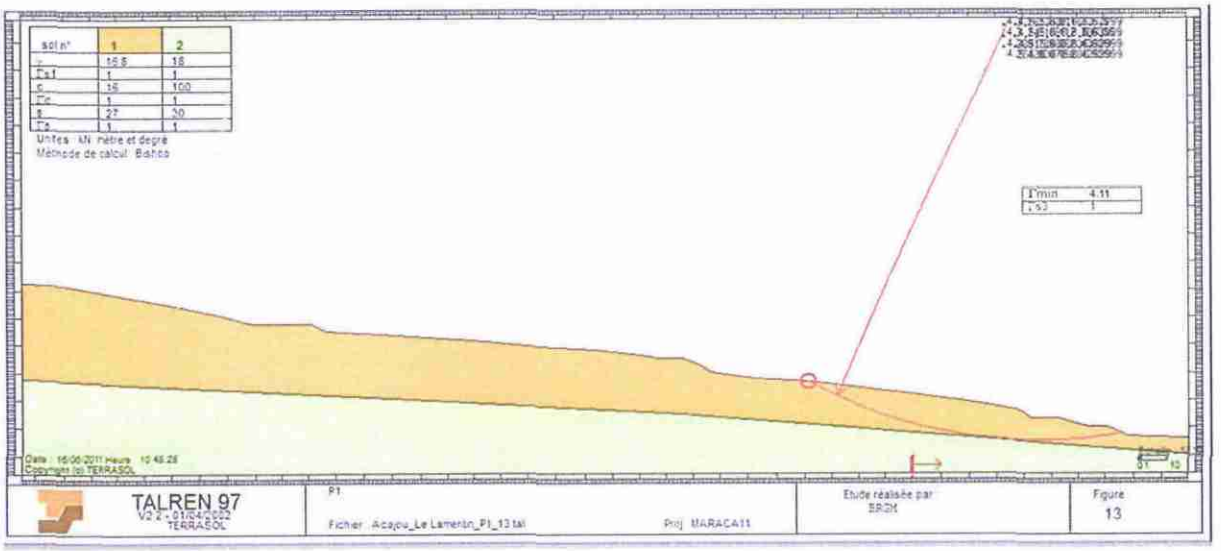

sol n°
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 2.82
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_8.tal
Proj. MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
8

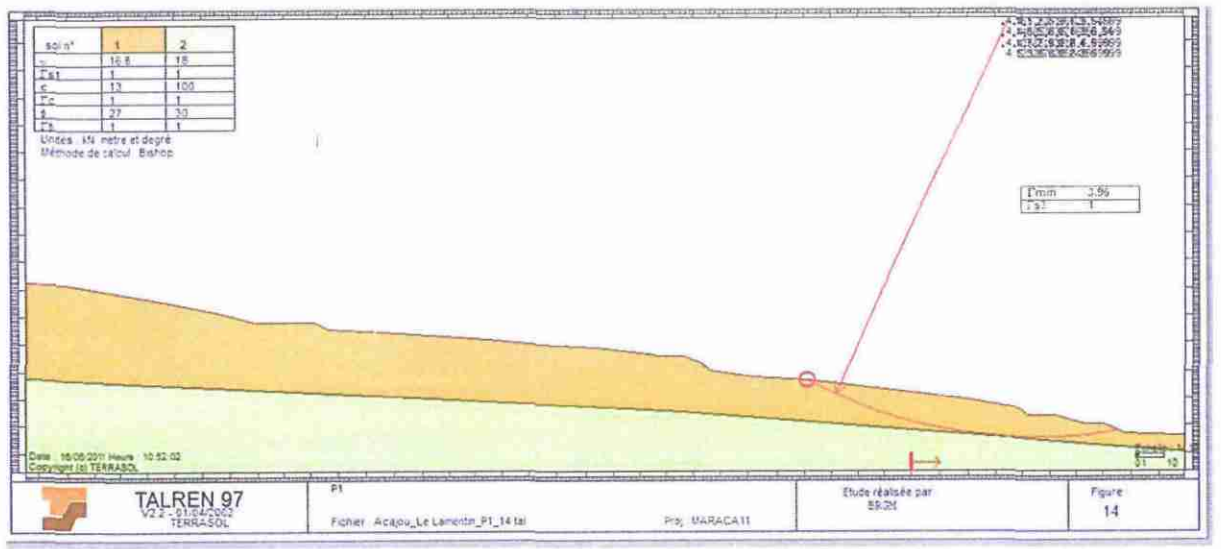

sol n°
1
2
γ
16.8
18
Cs1
1
1
c
0
100
Cc
1
1
ϕ
29
30
Ce
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.26
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_9.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
9

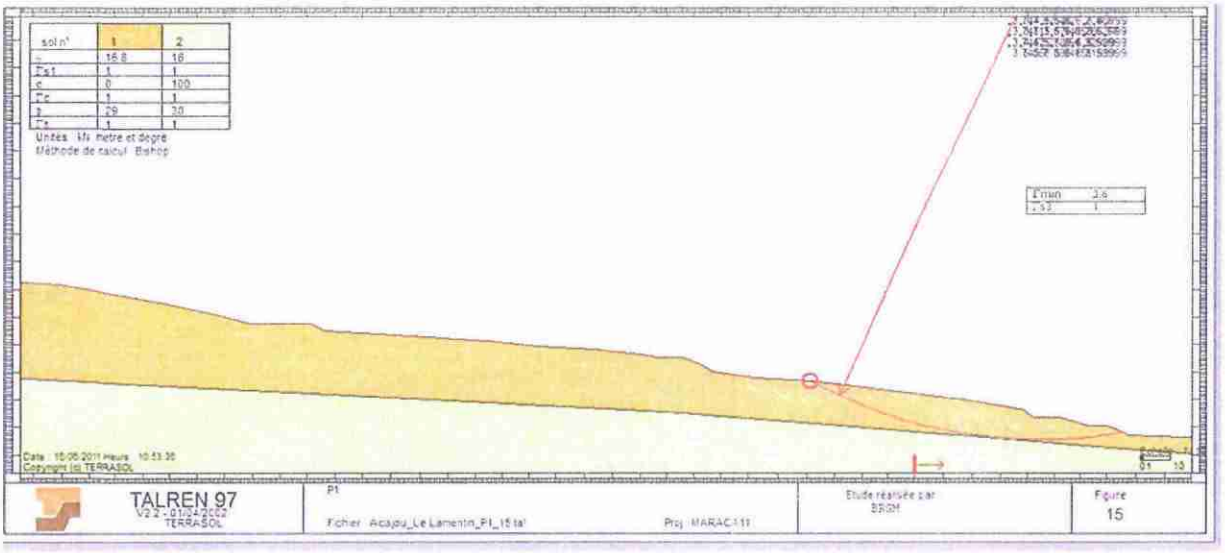

sol n°
1
2
γ
16.8
18
Cs1
1
1
c
10
100
Cc
1
1
ϕ
27
30
Ce
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.84
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_10.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
10

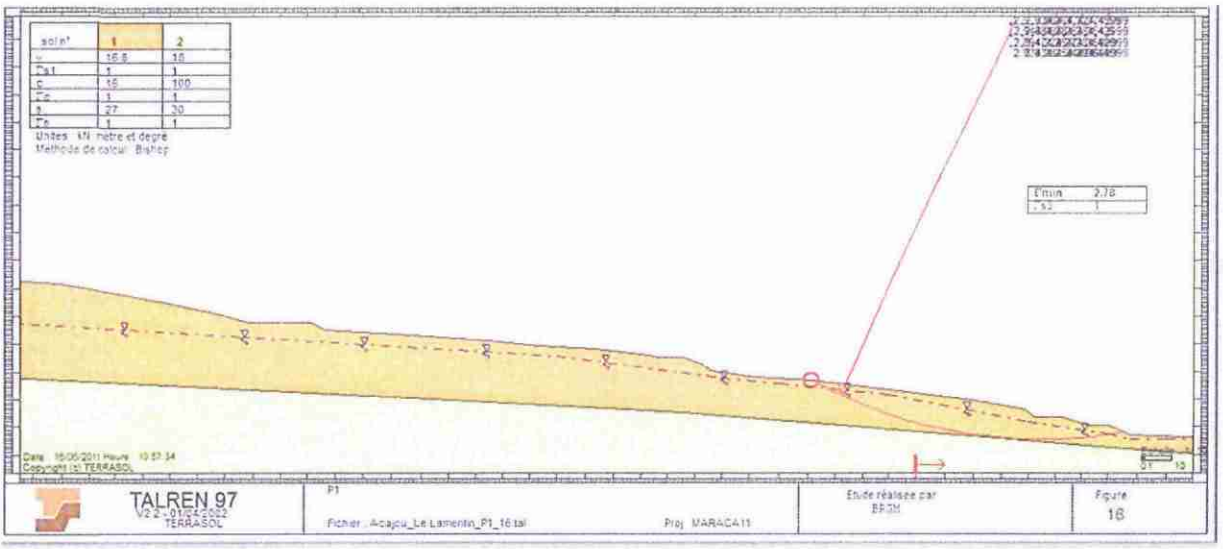

sol n°
1
2
γ
16.8
18
Cs1
1
1
c
13
100
Cc
1
1
ϕ
27
30
Ce
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.66
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_11.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
11

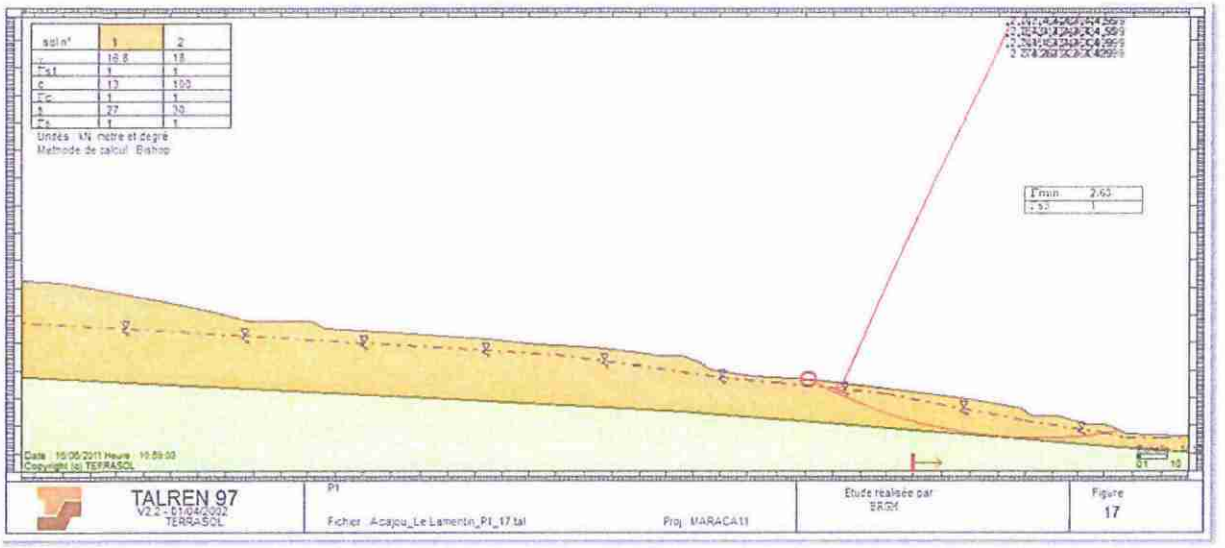

sol n°
1
2
Unités kN metre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.28
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_12.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
12

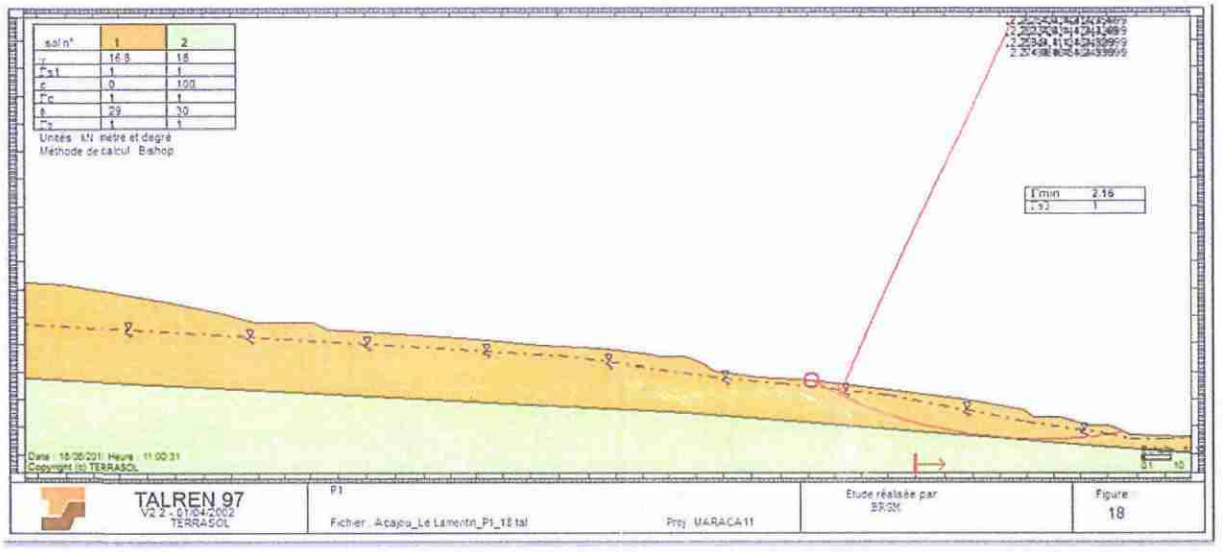

sol n°
1
2
Unités kN metre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 4.11
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_13.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
13

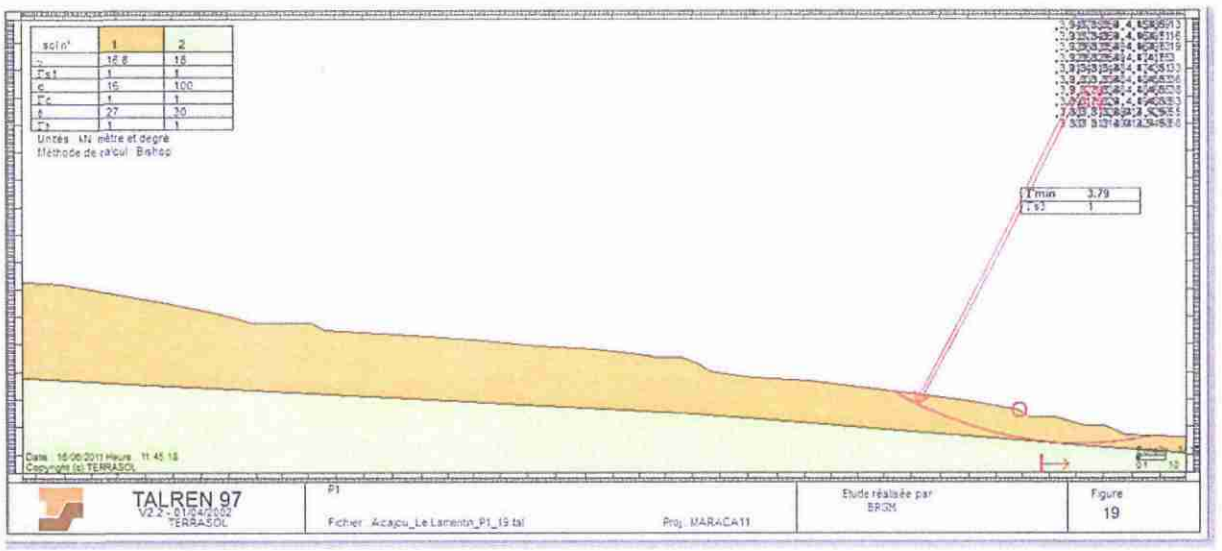

sol n°
1
2
Unités kN metre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.96
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_14.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
14

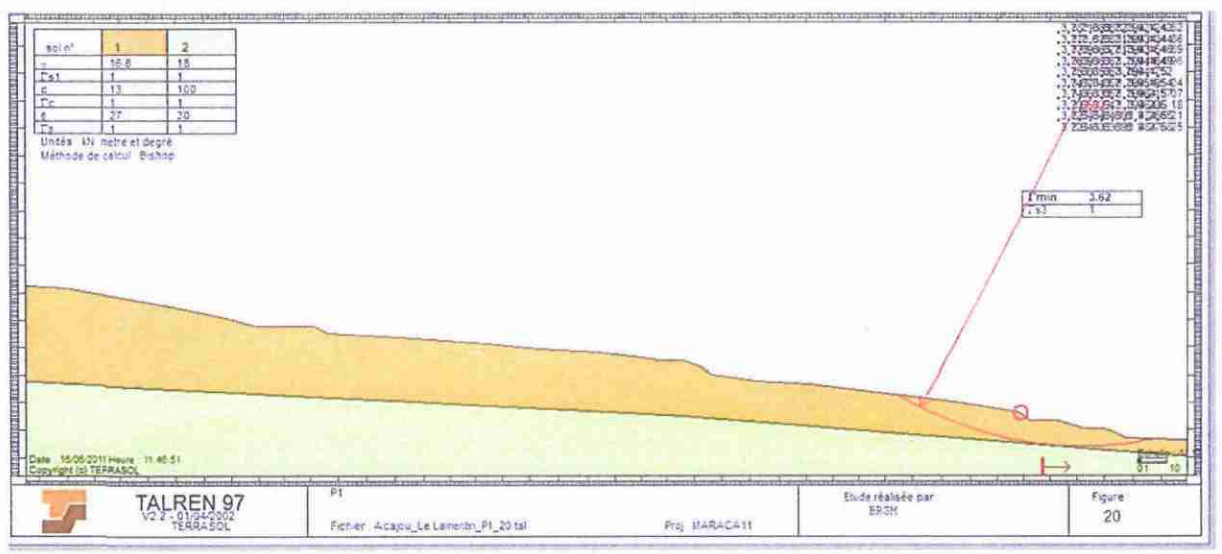

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_15.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
15

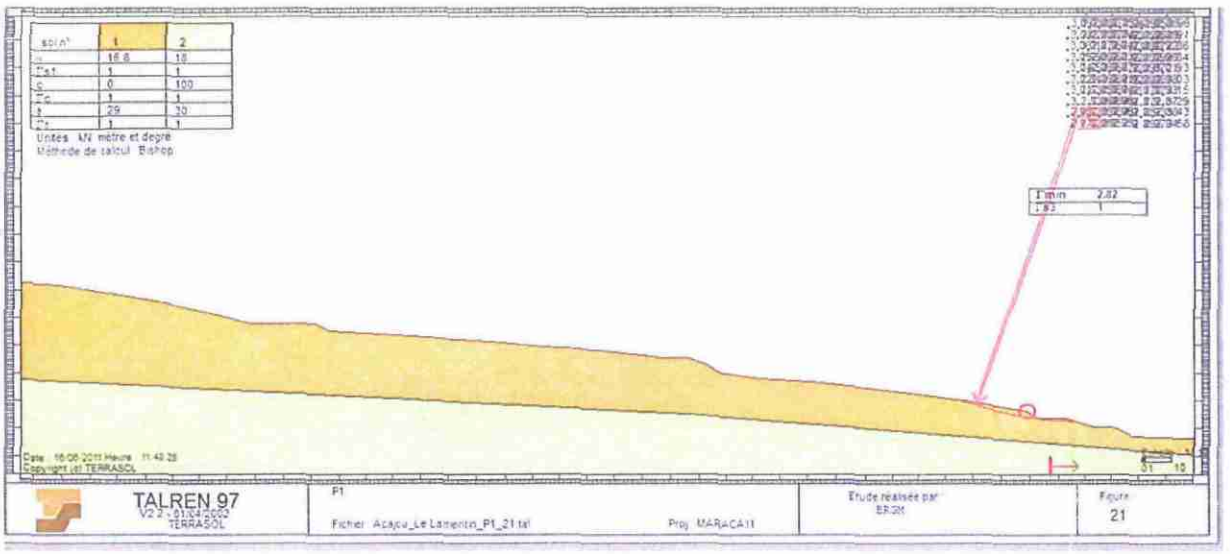

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_16.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
16

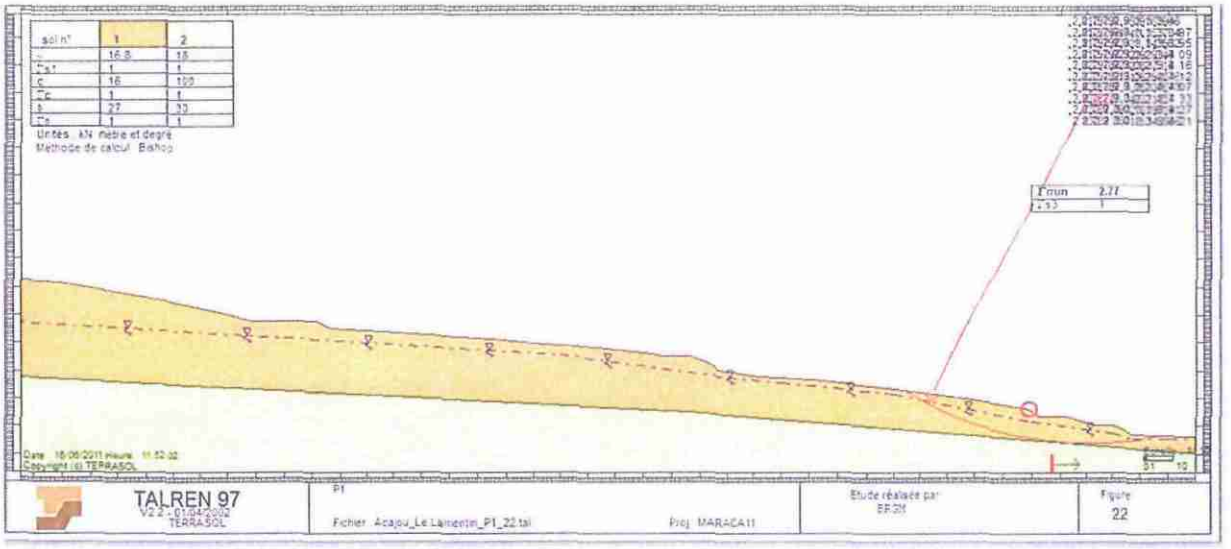

sol n°
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_17.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
17

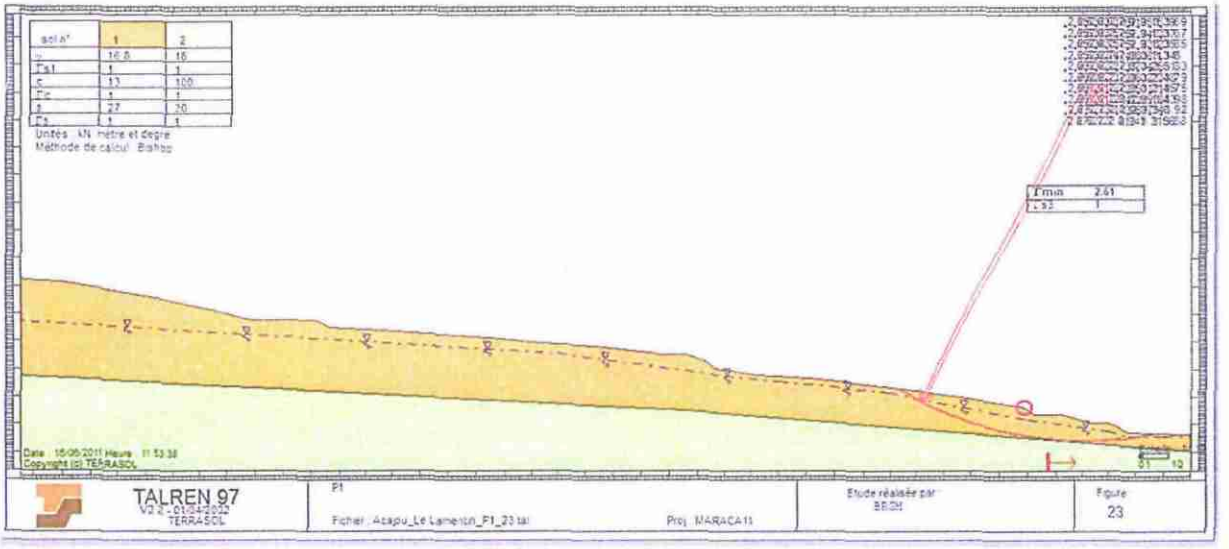

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.16
Date : 15/06/2011 Heure : 11:00:31
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_18.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
18

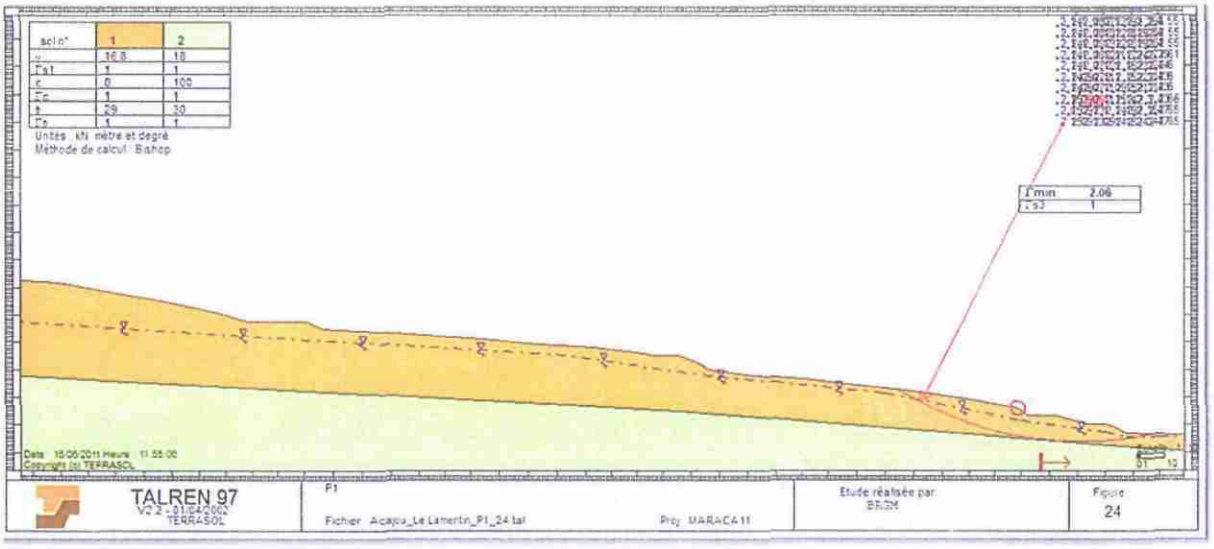

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
16
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.79
Date : 15/06/2011 Heure : 11:45:18
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_19.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
19

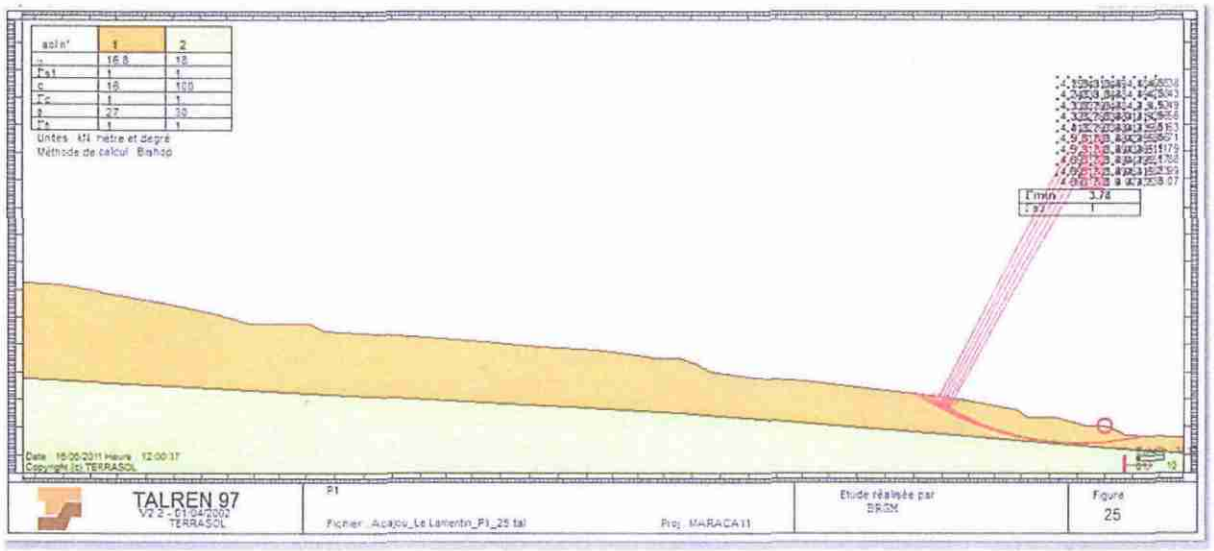

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
13
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 3.62
Date : 15/06/2011 Heure : 11:46:51
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_20.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
20

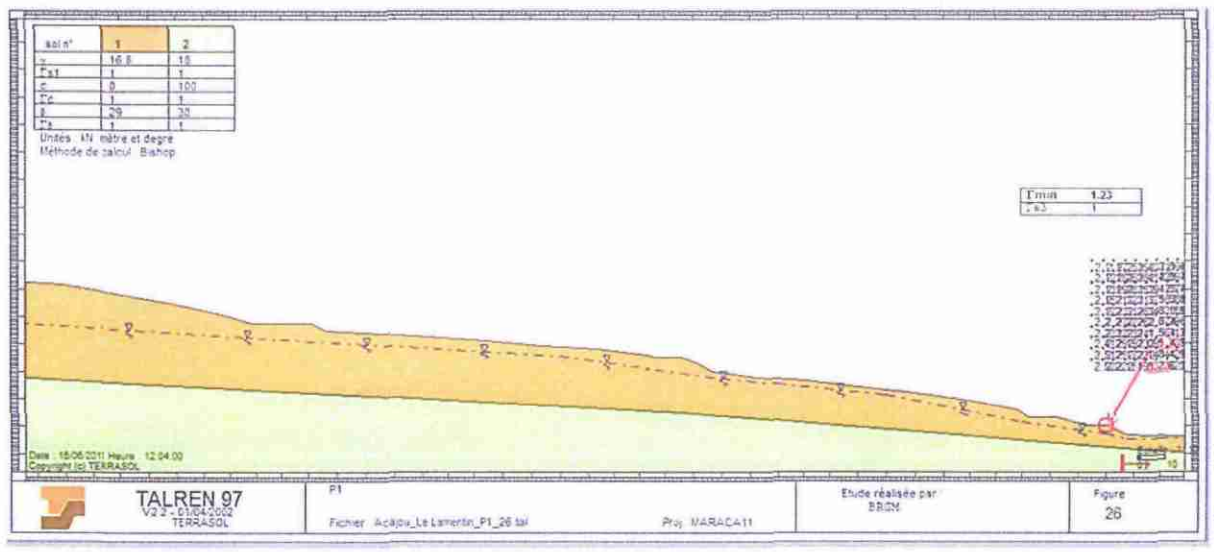

sol n°
1
2
16.8
16
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2009
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_21.tal
Proj MARACAIB
Etude réalisée par
BRGM
Figure
21

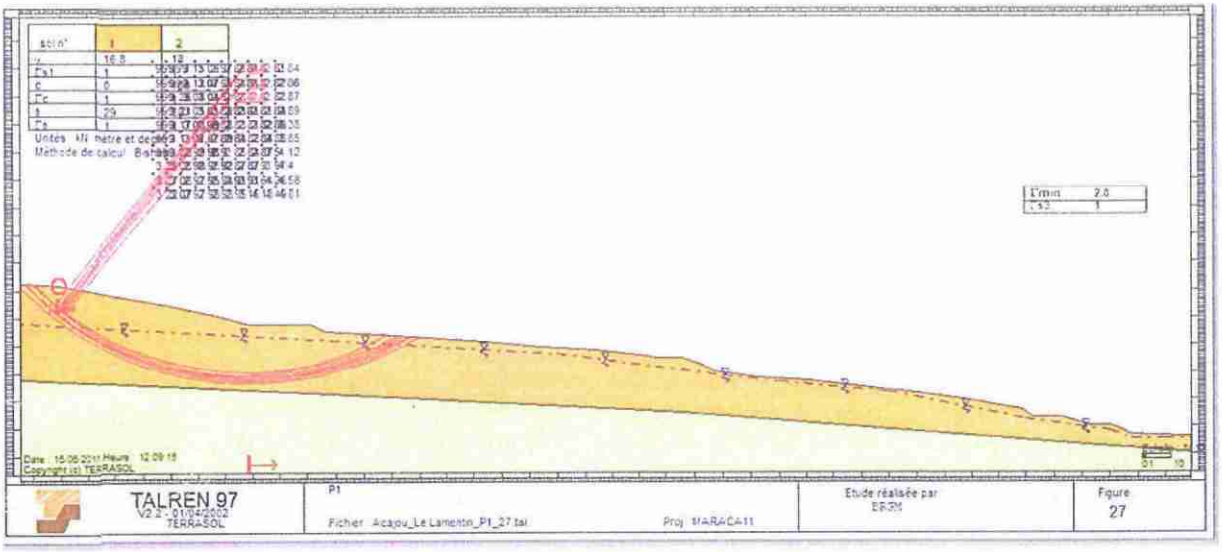

sol n°
1
2
16.8
16
1
1
16
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2009
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_22.tal
Proj MARACAIB
Etude réalisée par
BRGM
Figure
22

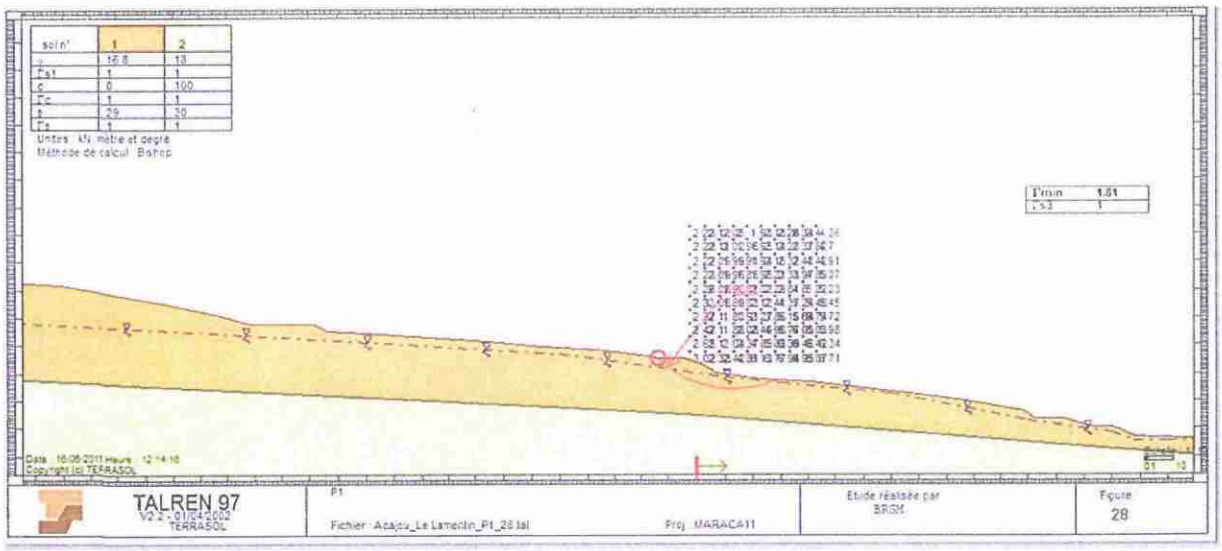

sol n°
1
2
16.8
16
1
1
13
100
1
1
27
30
1
1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2009
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_23.tal
Proj MARACAIB
Etude réalisée par
BRGM
Figure
23

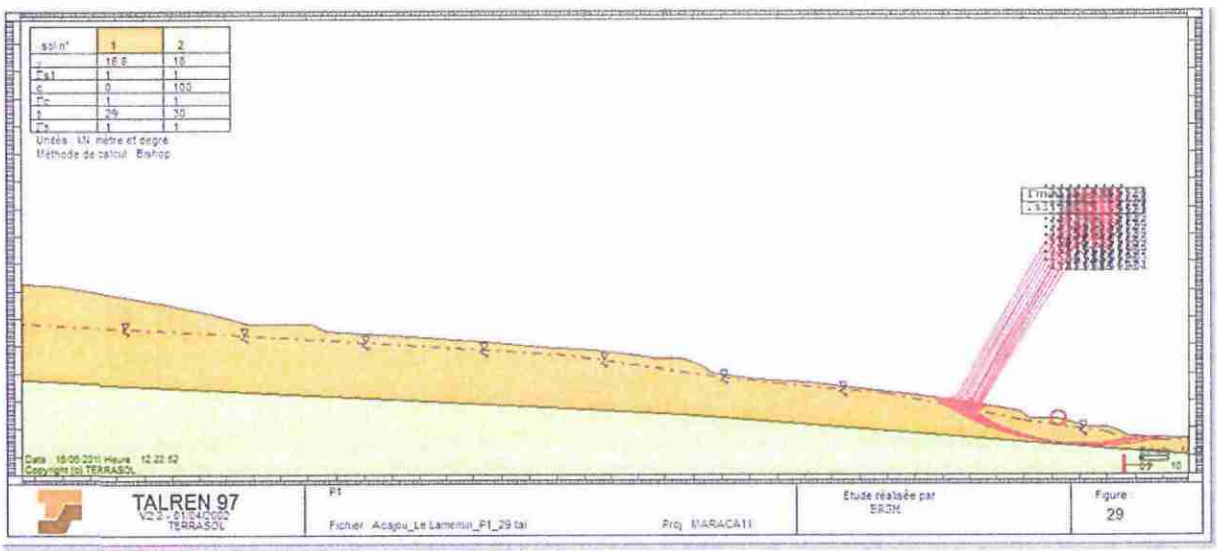

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 2.06
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_24.tal
Proj. MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
24

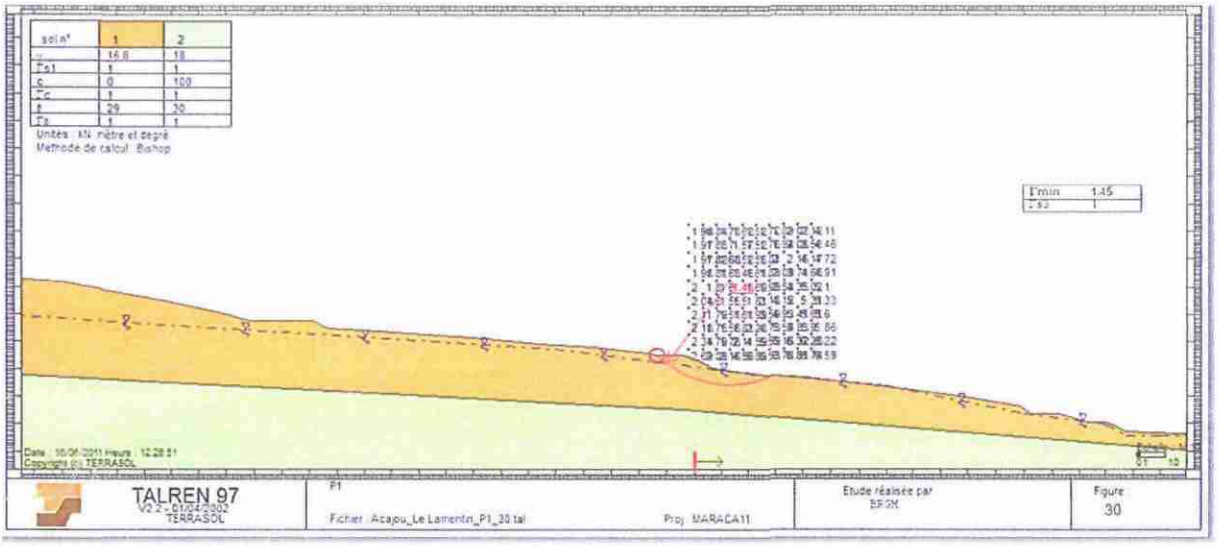

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
27
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 3.78
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_25.tal
Proj. MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
25

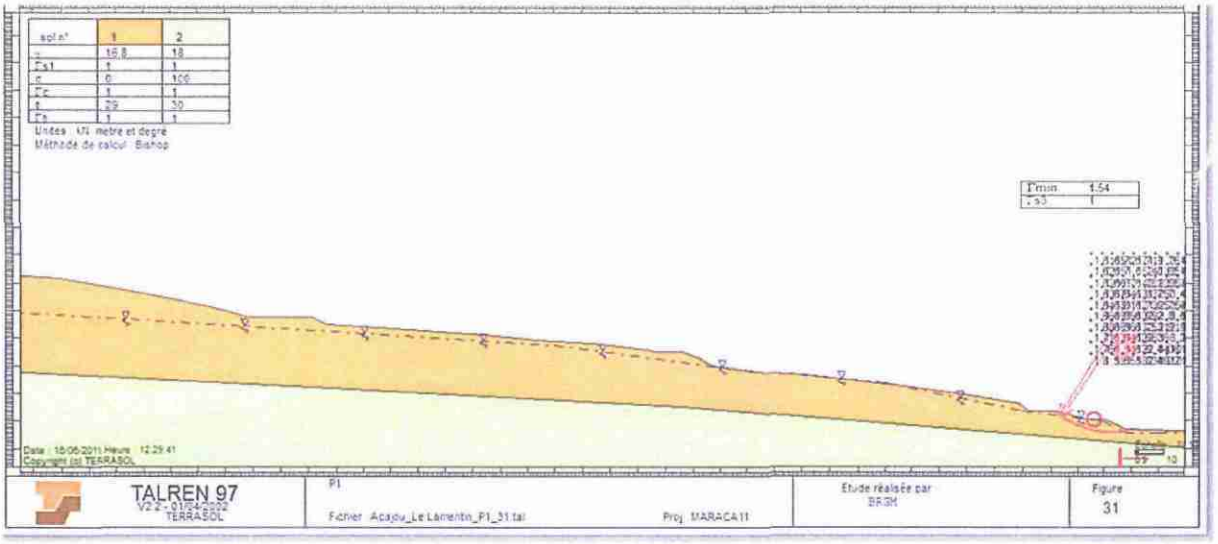

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.23
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_26.tal
Proj. MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
26

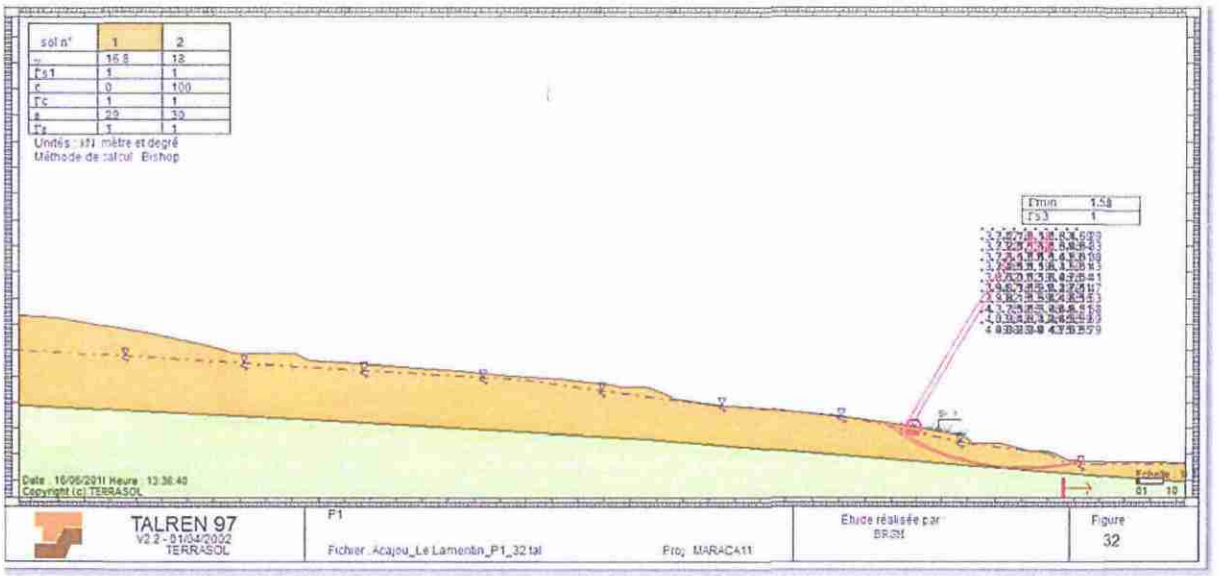

sol n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 2.6
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_27.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
27

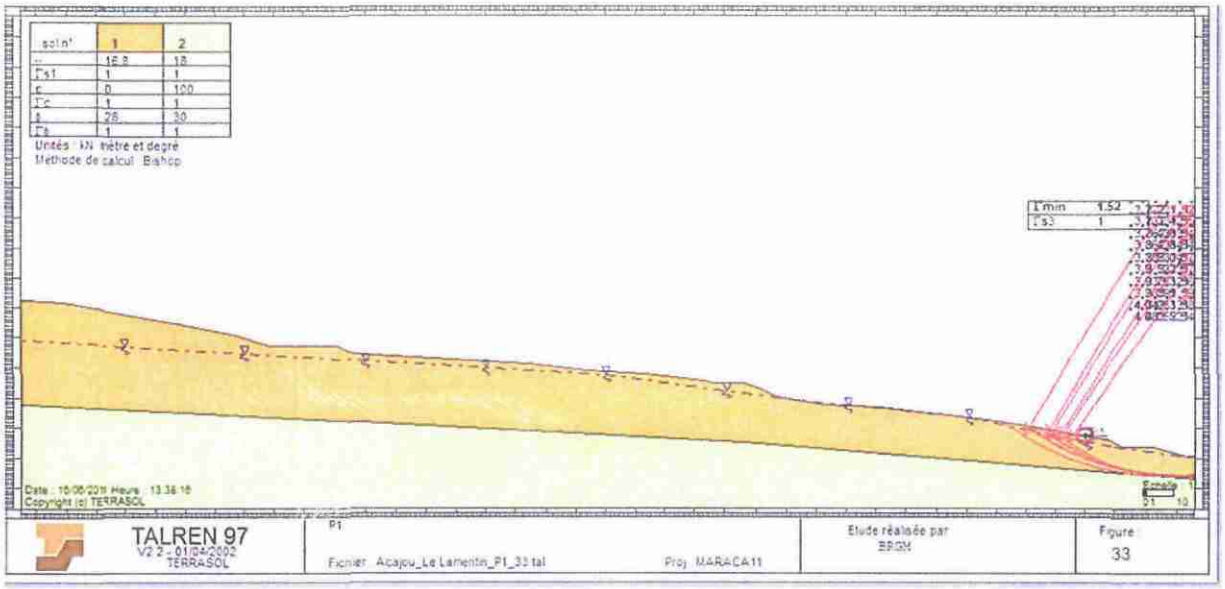

sol n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.61
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_28.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
28

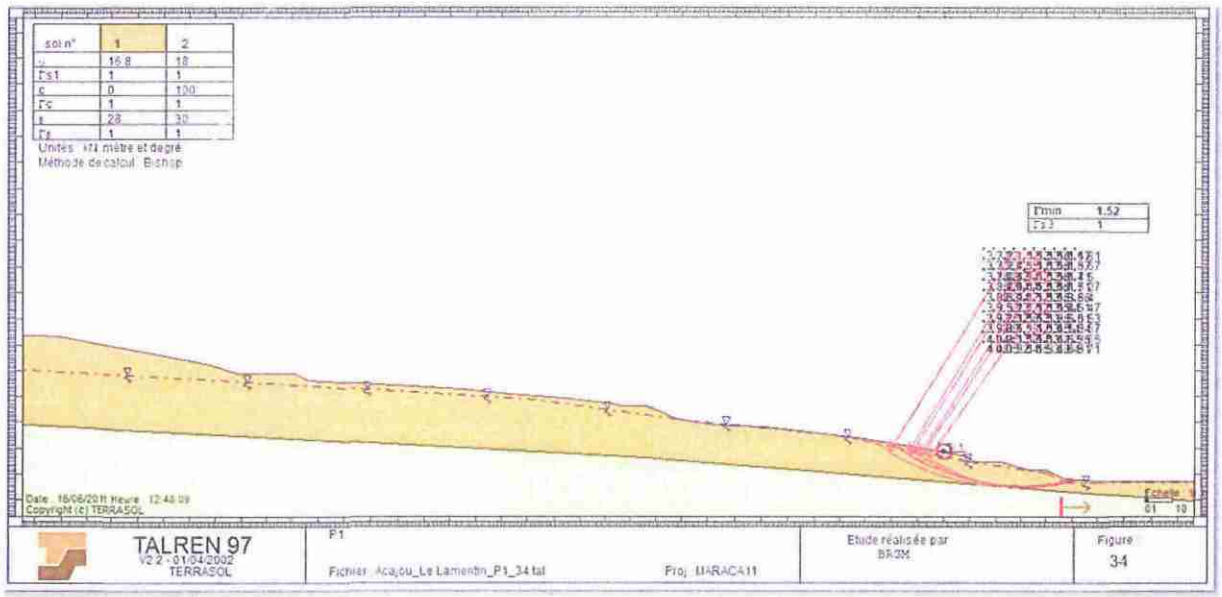

sol n°
1
2
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_29.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
29

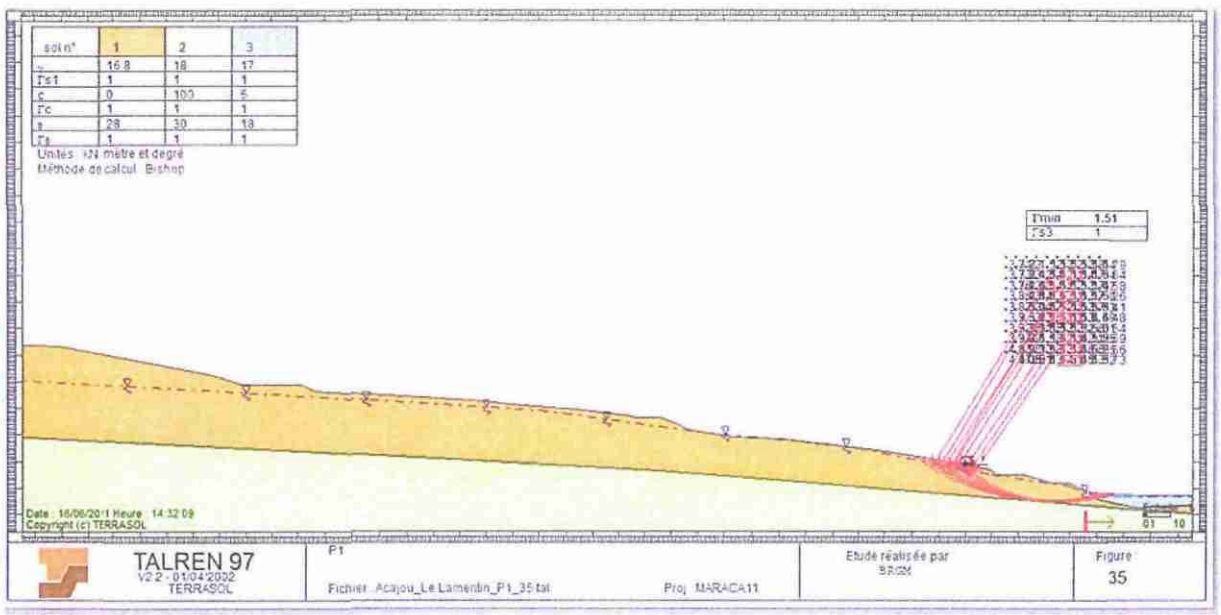

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
c
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.45
Date : 16/06/2011 Heure : 12:28:51
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_30.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
30

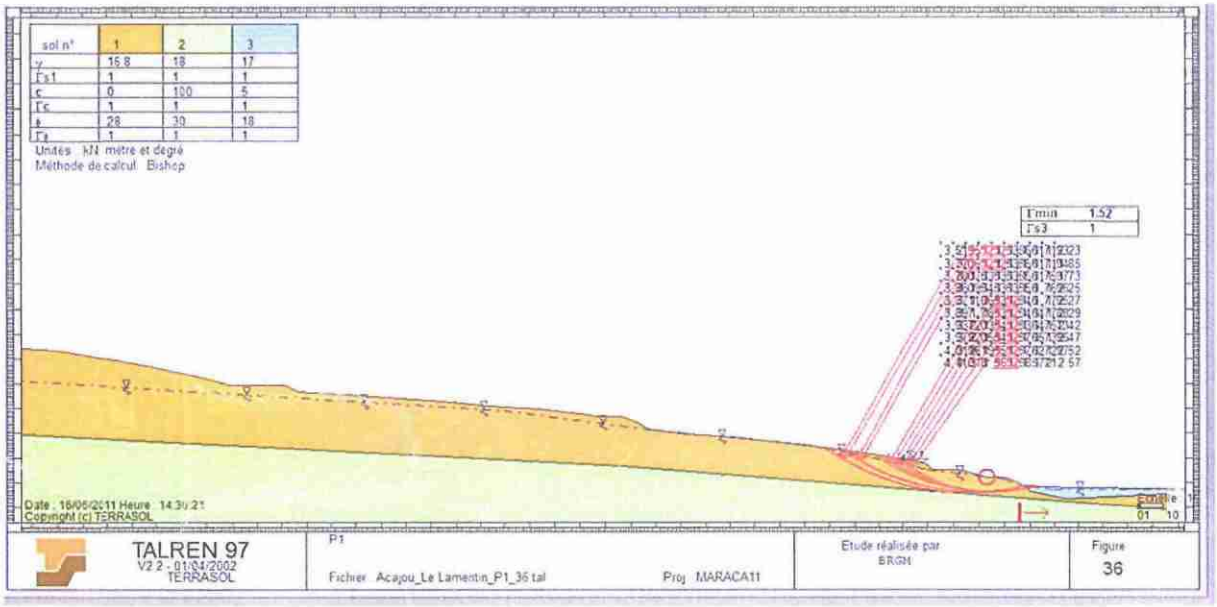

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
c
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.54
Date : 16/06/2011 Heure : 12:29:41
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_31.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
31

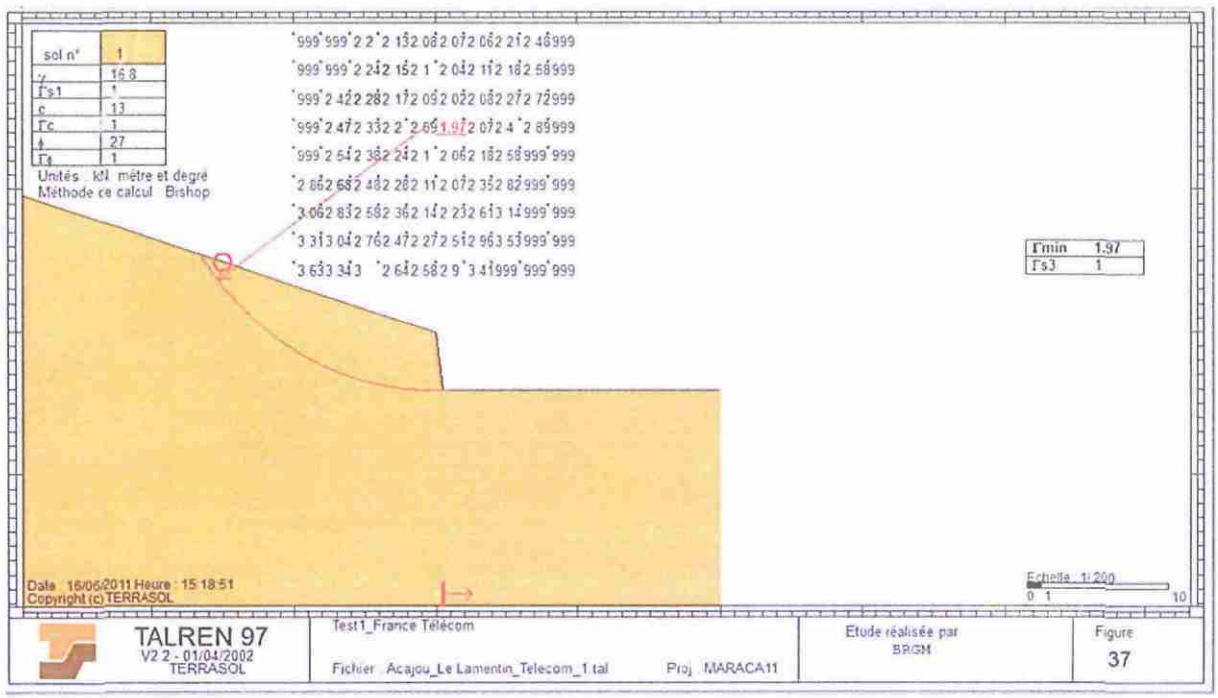

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
c
0
100
1
1
29
30
1
1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.58
Date : 16/06/2011 Heure : 13:36:40
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_32.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
32

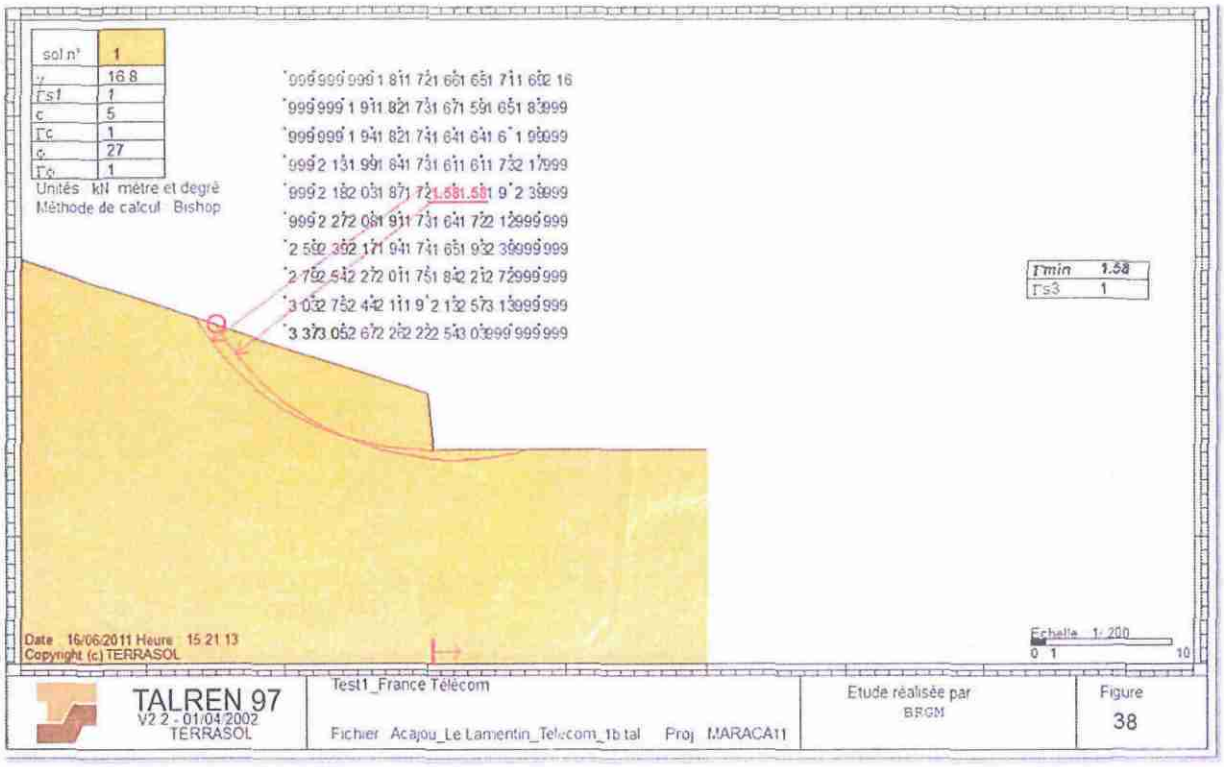

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
28
30
1
1
Unités : kN mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.52
Date : 16/06/2011 Heure : 13:36:16
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_33.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
33

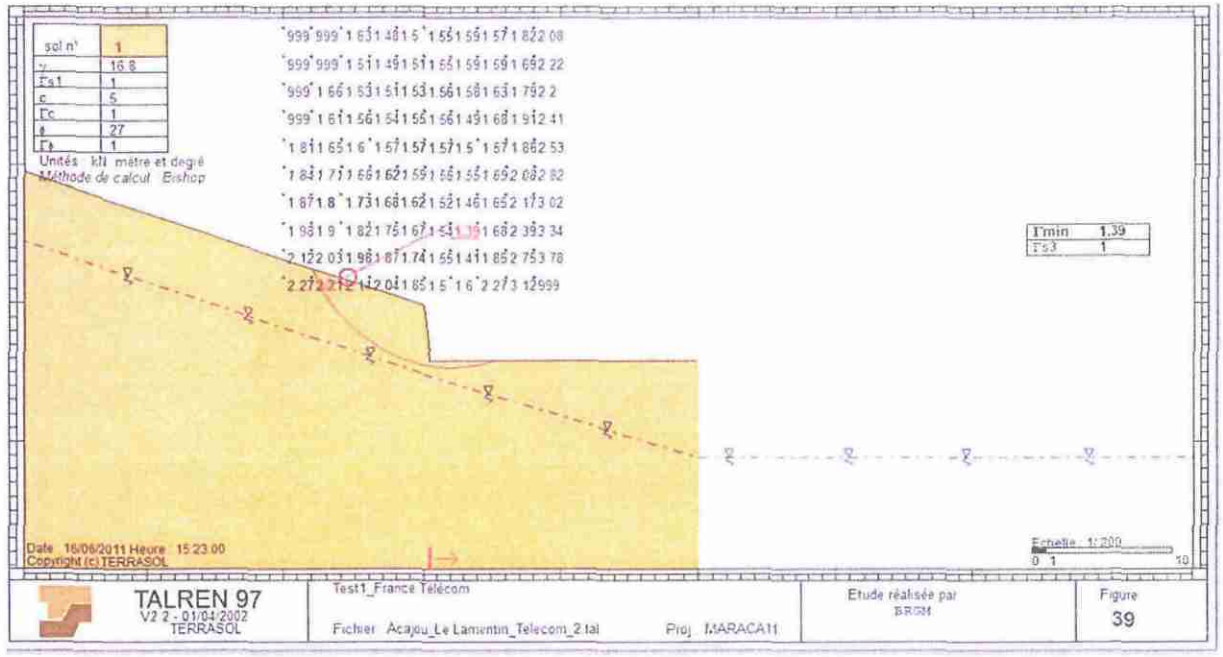

sol n°
1
2
16.8
18
1
1
0
100
1
1
28
30
1
1
Unités : kN mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.52
Date : 16/06/2011 Heure : 12:46:09
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_34.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
34

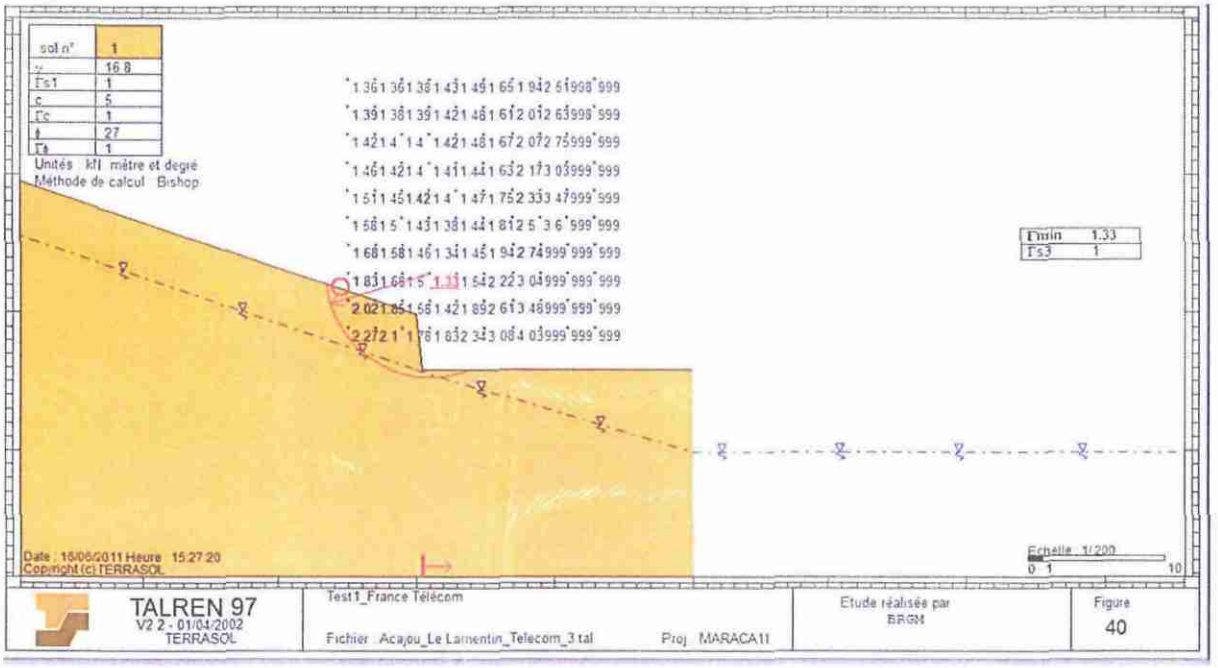

sol n°
1
2
3
16.8
18
17
1
1
1
0
100
5
1
1
1
28
30
18
1
1
1
Unités : kN mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.51
Date : 16/06/2011 Heure : 14:32:09
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier : Acajou_Le Lamentin_P1_35.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
35

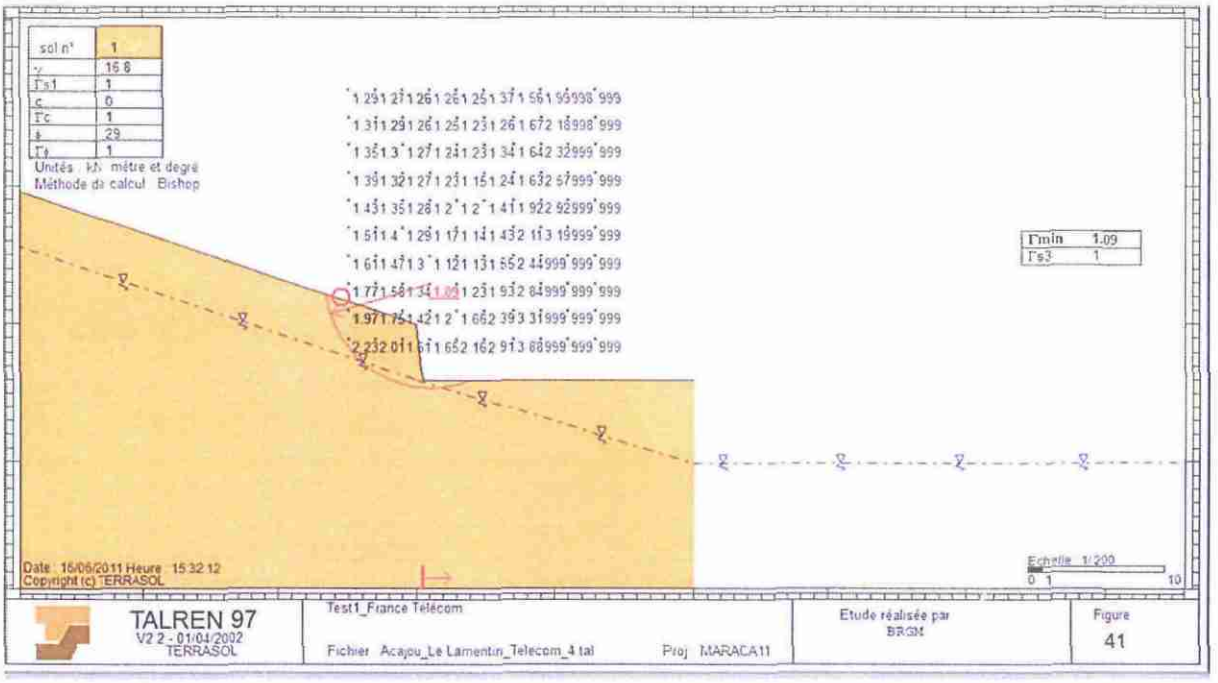

sol n° 1 2 3
γ 16.8 18 17
Γs1 1 1 1
c 0 100 5
Γc 1 1 1
ϕ 28 30 18
Γq 1 1 1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.52
Γs3 1
Date : 16/05/2011 Heure : 14:30:21
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
P1
Fichier Acajou_Le Lamentin_P1_36.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
36

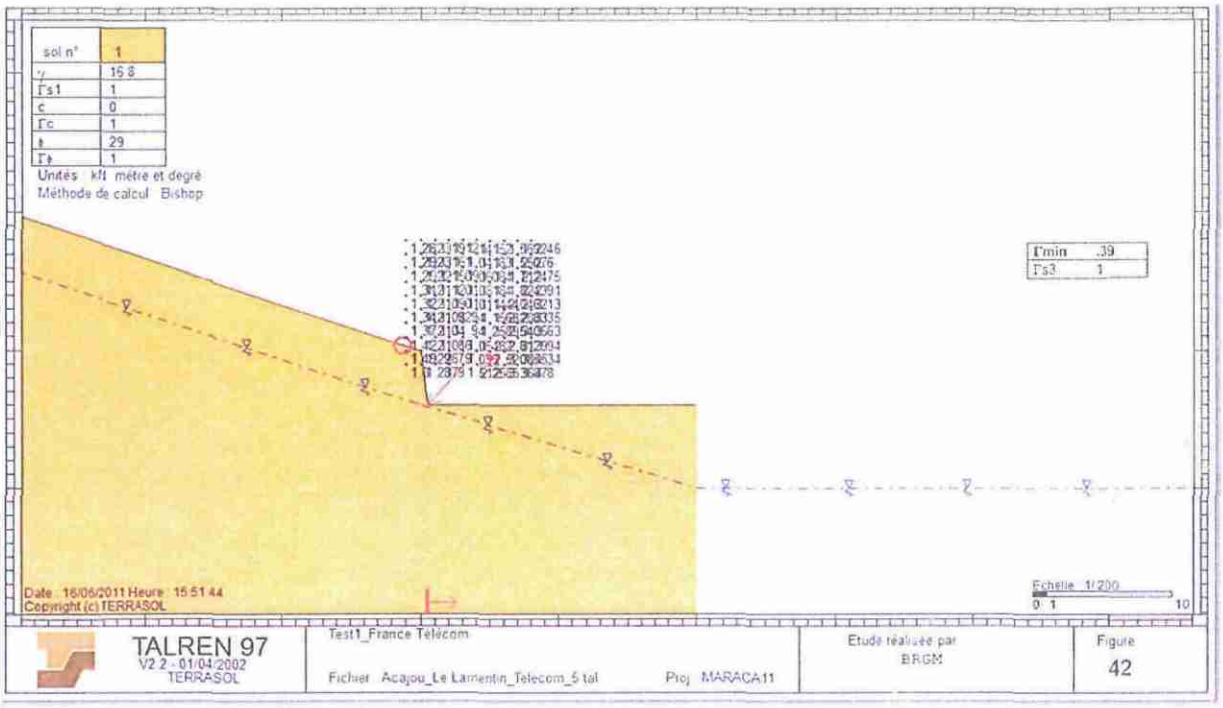

sol n° 1
γ 16.8
Γs1 1
c 13
Γc 1
ϕ 27
Γq 1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.97
Γs3 1
Date : 16/05/2011 Heure : 15:18:51
Copyright (c) TERRASOL
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
Test1_France Télécom
Fichier Acajou_Le Lamentin_Telecom_1.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
37


sol n° 1
γ 16.8
Γs1 1
c 5
Γc 1
φ 27
Γφ 1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.58
Γs3 1
Date 16/06/2011 Heure 15:21:13
Copyright (c) TERRASOL
Echelle 1:200
0 1 10
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
Test1_France Télécom
Fichier Acajou_Le Lamentin_Telecom_1b.tal Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
38


sol n° 1
γ 16.8
Γs1 1
c 5
Γc 1
φ 27
Γφ 1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin 1.39
Γs3 1
Date 16/06/2011 Heure 15:23:00
Copyright (c) TERRASOL
Echelle 1:200
0 1 10
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
Test1_France Télécom
Fichier Acajou_Le Lamentin_Telecom_2.tal Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
39


sol n° 1
γ 16.8
Ts1 1
c 5
Fc 1
φ 27
Ft 1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.33
Fs3 1
Date : 16/06/2011 Heure : 15:27:20
Copyright (c) TERRASOL
Echelle 1/200
0 1 10
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
Test1_France Télécom
Fichier : Acajou_Le Lamentin_Telecom_3.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
40


sol n° 1
γ 16.8
Ts1 1
c 0
Fc 1
φ 29
Ft 1
Unités : kN, mètre et degré
Méthode de calcul : Bishop
Fmin 1.09
Fs3 1
Date : 16/06/2011 Heure : 15:32:12
Copyright (c) TERRASOL
Echelle 1/200
0 1 10
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
Test1_France Télécom
Fichier : Acajou_Le Lamentin_Telecom_4.tal
Proj : MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
41


sol n° 1
γ 15.8
Γs1 1
c 0
Γc 1
φ 29
Γφ 1
Unités kN mètre et degré
Méthode de calcul Bishop
Fmin .39
Γs3 1
Date : 16/06/2011 Heure : 15:51:44
Copyright (c) TERRASOL
Echelle 1/200
0 1 10
TALREN 97
V2.2 - 01/04/2002
TERRASOL
Test1_France Télécom
Fichier Acajou_Le Lamentin_Telecom_5.tal
Proj MARACA11
Etude réalisée par
BRGM
Figure
42

Annexe 3

Fiche de lecture des fissuromètres n°1 et n°2

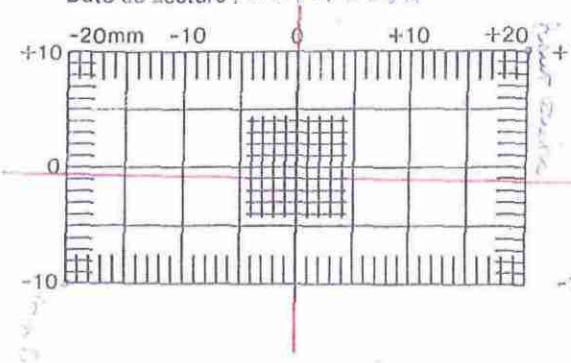
FICHE DE LECTURE DE FISSUROMÈTRES

OUVRAGE : M. Rabin - fissuromètre 1

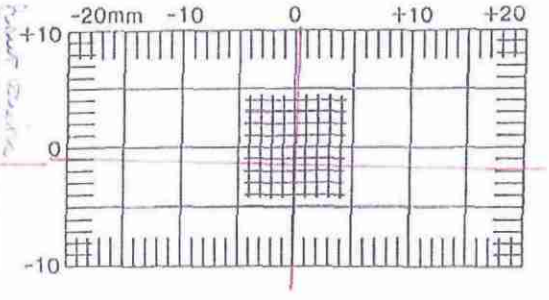
Emplacement du Fissuromètre : Dans le mur, côté de la face de la maison, vers

installation - ouverture initiale fissure = 4mm

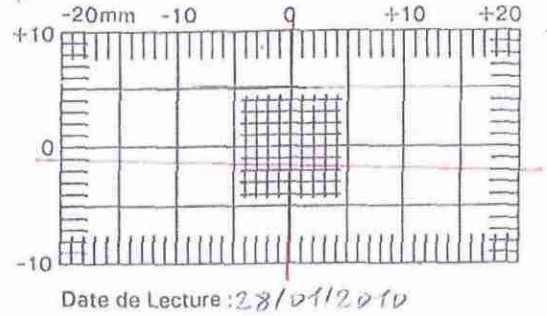
Date de Lecture : 01/12/2008



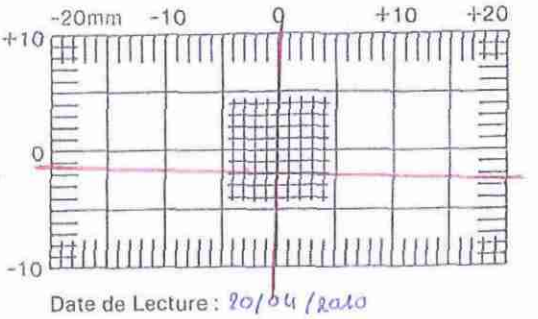
Date de Lecture : 14/04/2009



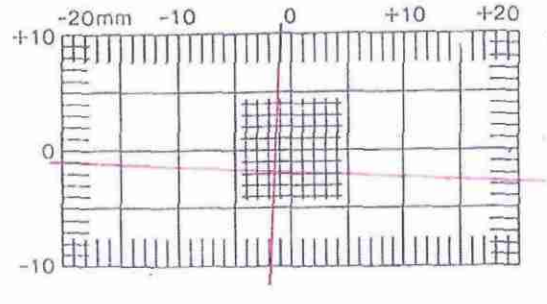
Date de Lecture : 03/04/2009



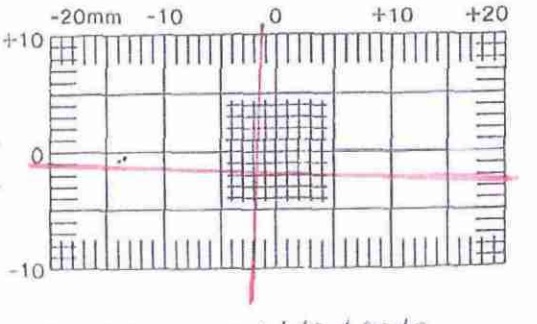
Date de Lecture : 15/06/2009



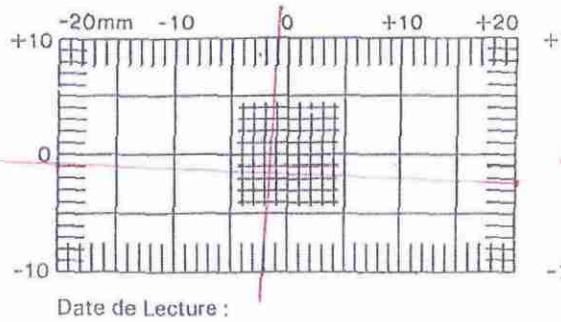
Date de Lecture : 28/04/2010



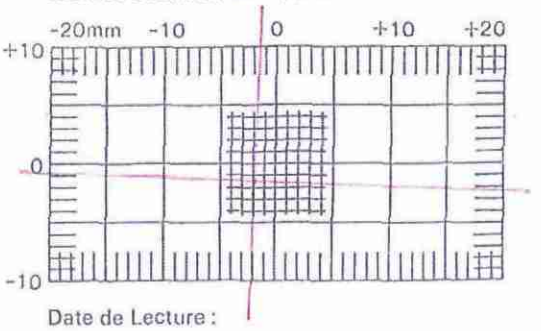
Date de Lecture : 20/04/2010



Date de Lecture : 08/07/2010



Date de Lecture : 01/12/2010



Date de Lecture :

Date de Lecture :

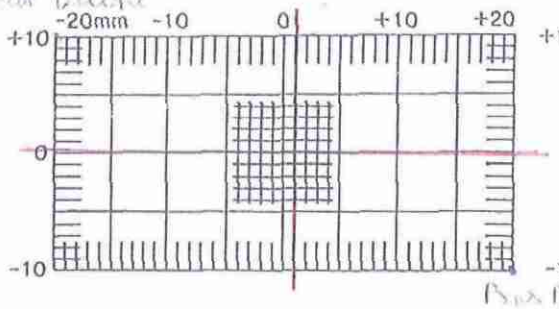
FICHE DE LECTURE DE FISSUROMÈTRES

OUVRAGE : M Retour - fissuromètre 2

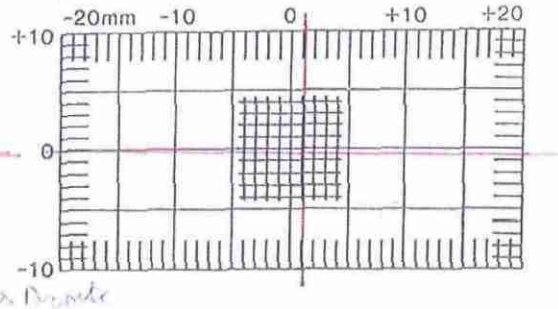
Emplacement du Fissuromètre : Dans la cuisine au dessus du réfrigérateur

installation - écartement initial de la fissure ≃ 5 mm

Date de Lecture : 01/12/2008

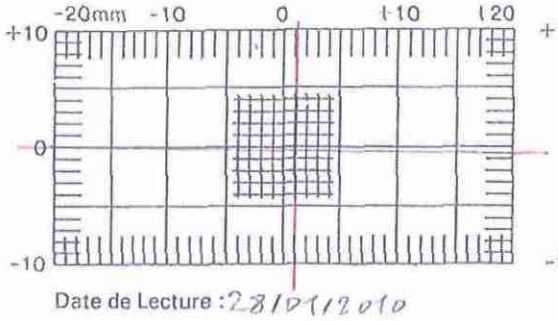


Date de Lecture : 14/01/2009

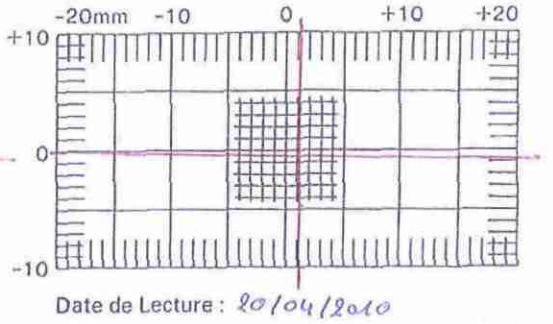


Bas Droite

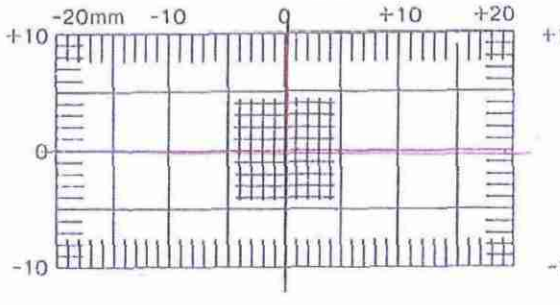
Date de Lecture : 03/04/2009



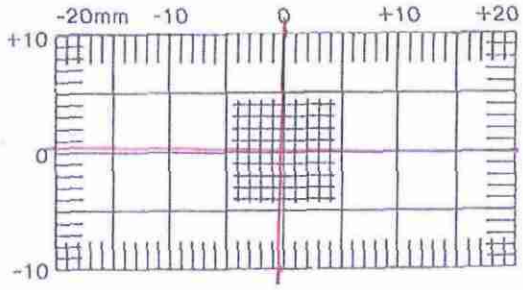
Date de Lecture : 15/06/2009



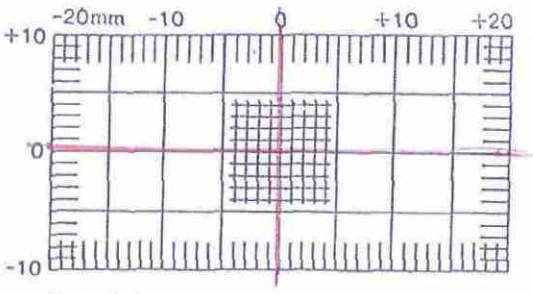
Date de Lecture : 28/01/2010



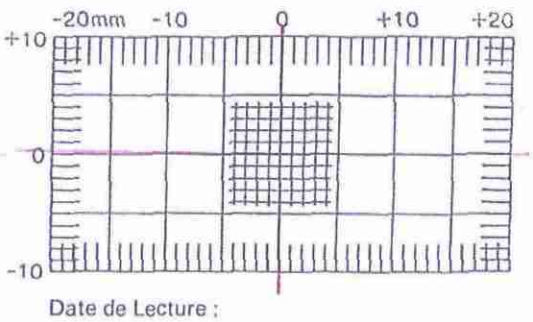
Date de Lecture : 20/04/2010



Date de Lecture : 08/07/2010



Date de Lecture : 01/12/2010



Date de Lecture :

Date de Lecture :

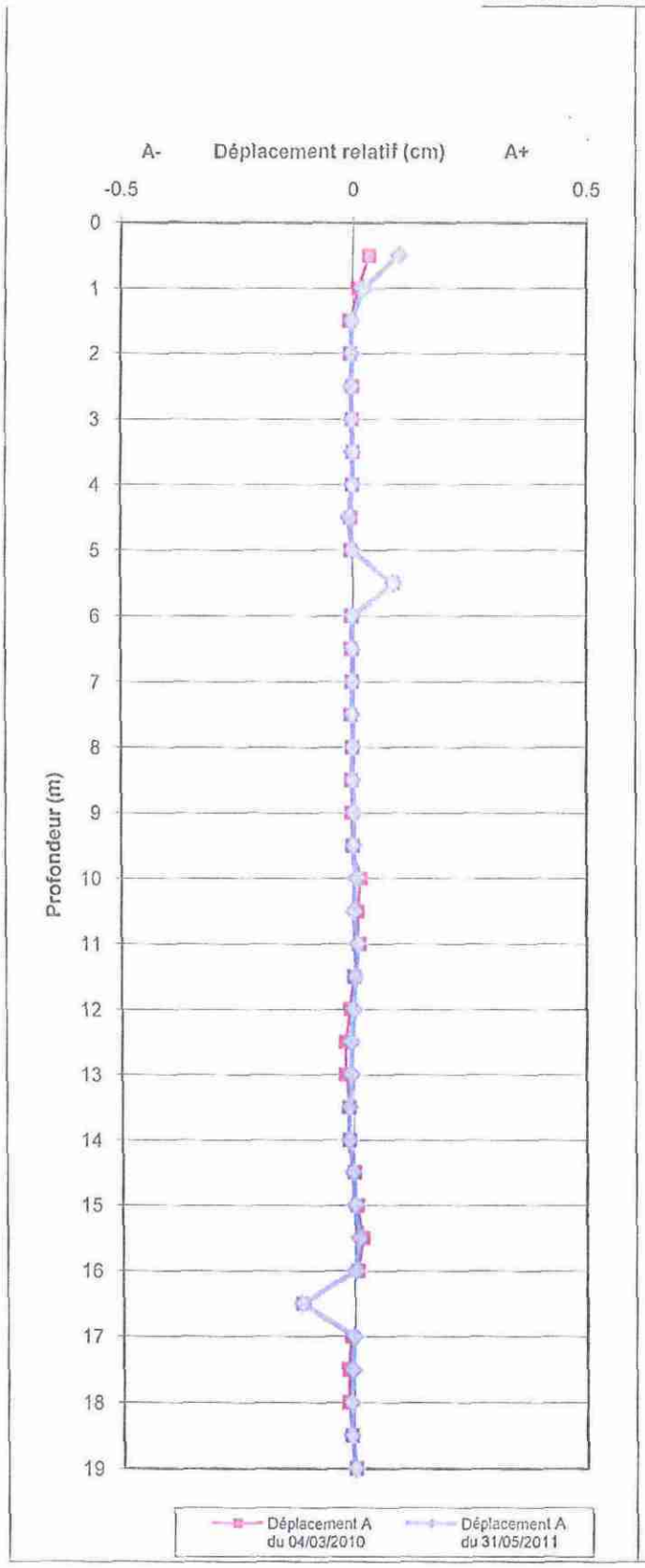
Annexe 4

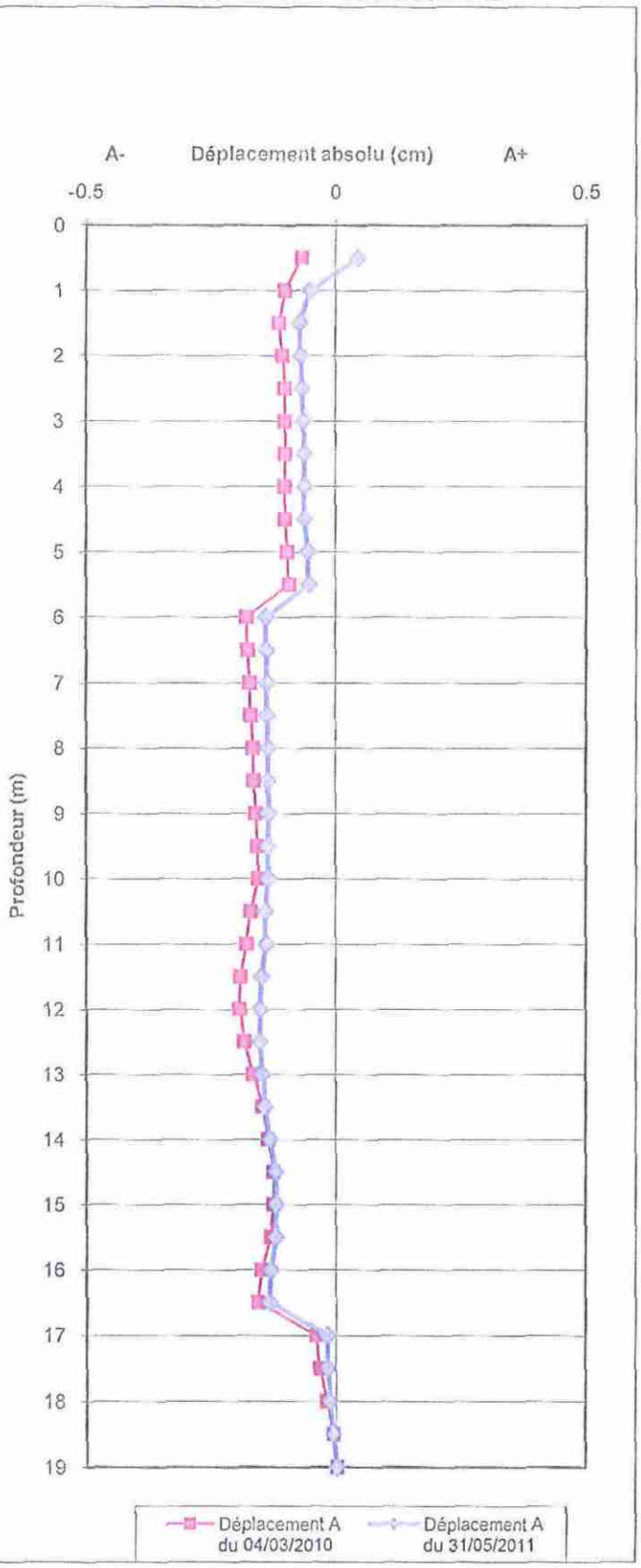
Mesures inclinométriques – Rapport de GEODE

INGENIERIE EUROPE
GROUPE
GINGER GEODE

SUIVI INCLINOMETRIQUE - DEPLACEMENT

CHANTIER : ACAJOU
INCLINOMETRE N° : SP
COTE TETE TUBE : 0.41 m par rapport au sol
MESURE INITIALE LE : 18/10/2010
DIRECTION : A
ORIENTATION : A+ = N280°
(NOTA : NC = NORD CHANTIER)
MESURE DU : 31/05/2011 Numéro : 2

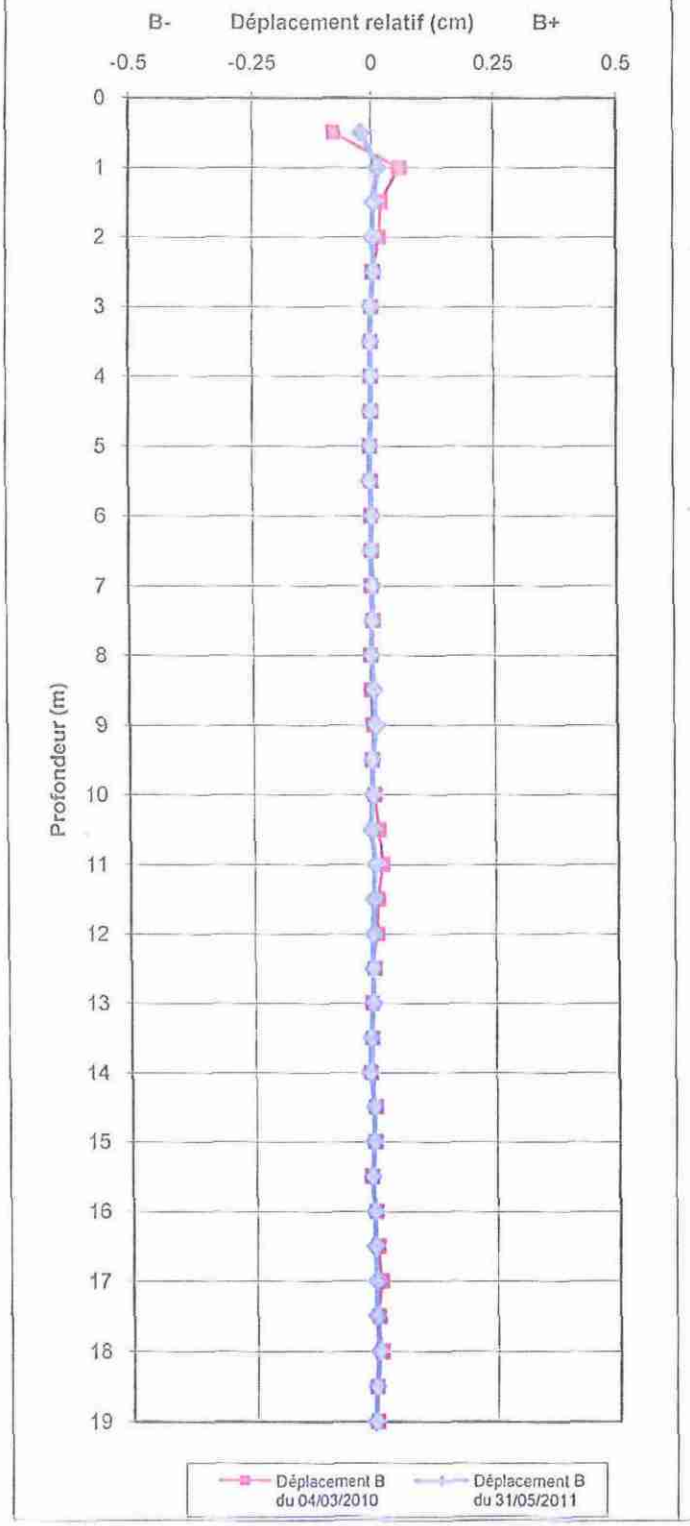


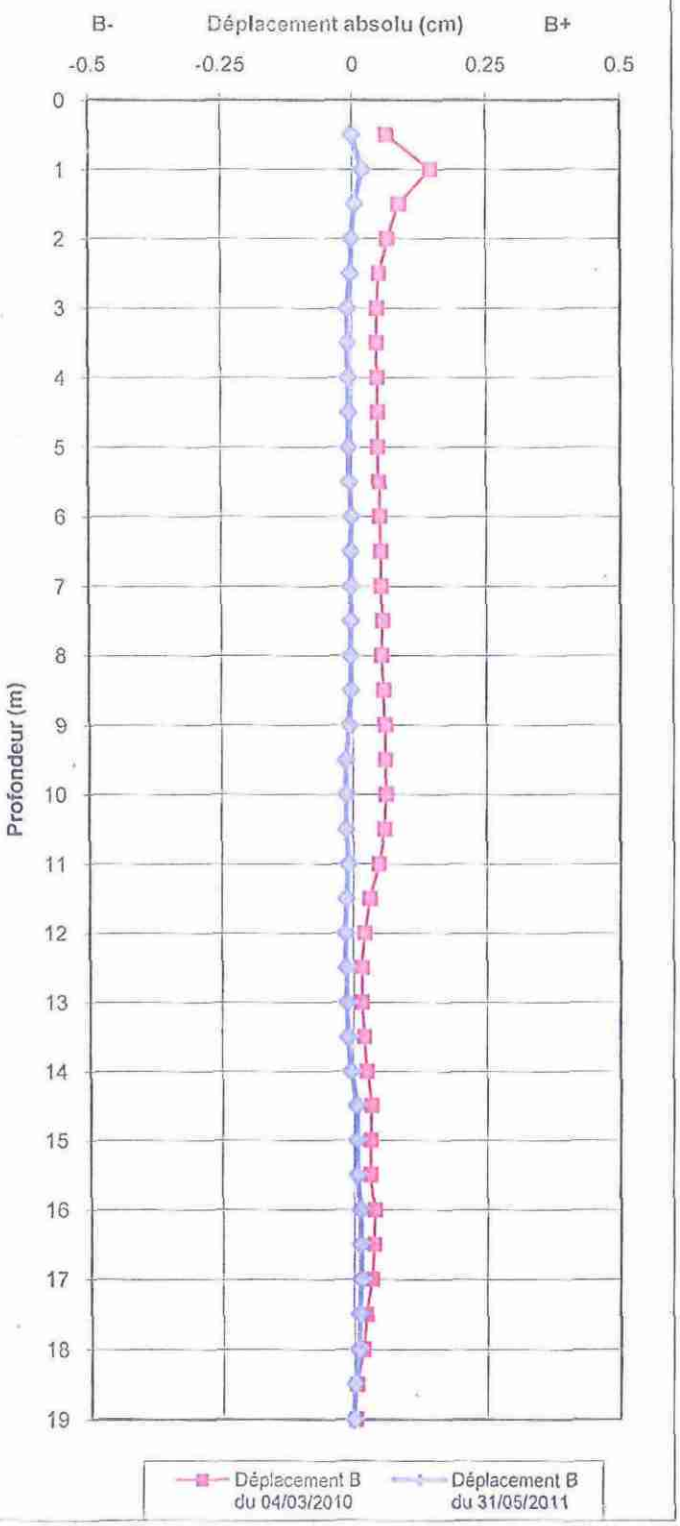


INGENIERIE EUROPE
GROUPE
GINGER GEODE

SUIVI INCLINOMETRIQUE - DEPLACEMENT

CHANTIER : ACAJOU
INCLINOMETRE N° : SP
COTE TETE TUBE : 0.41 m par rapport au sol
MESURE INITIALE LE : 18/10/2010
DIRECTION : B
ORIENTATION : B+ = N10°
(NOTA : NC = NORD CHANTIER)
MESURE DU : 31/05/2011 Numéro : 2

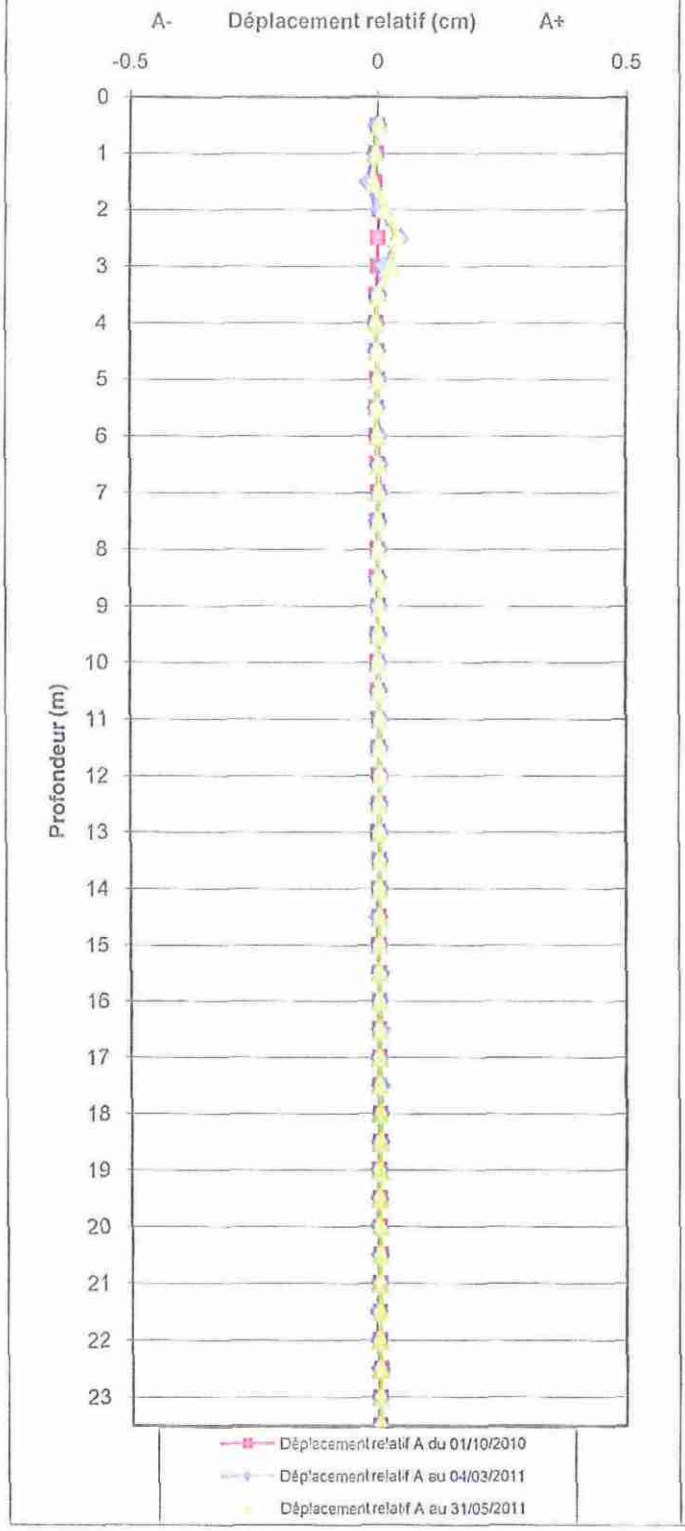


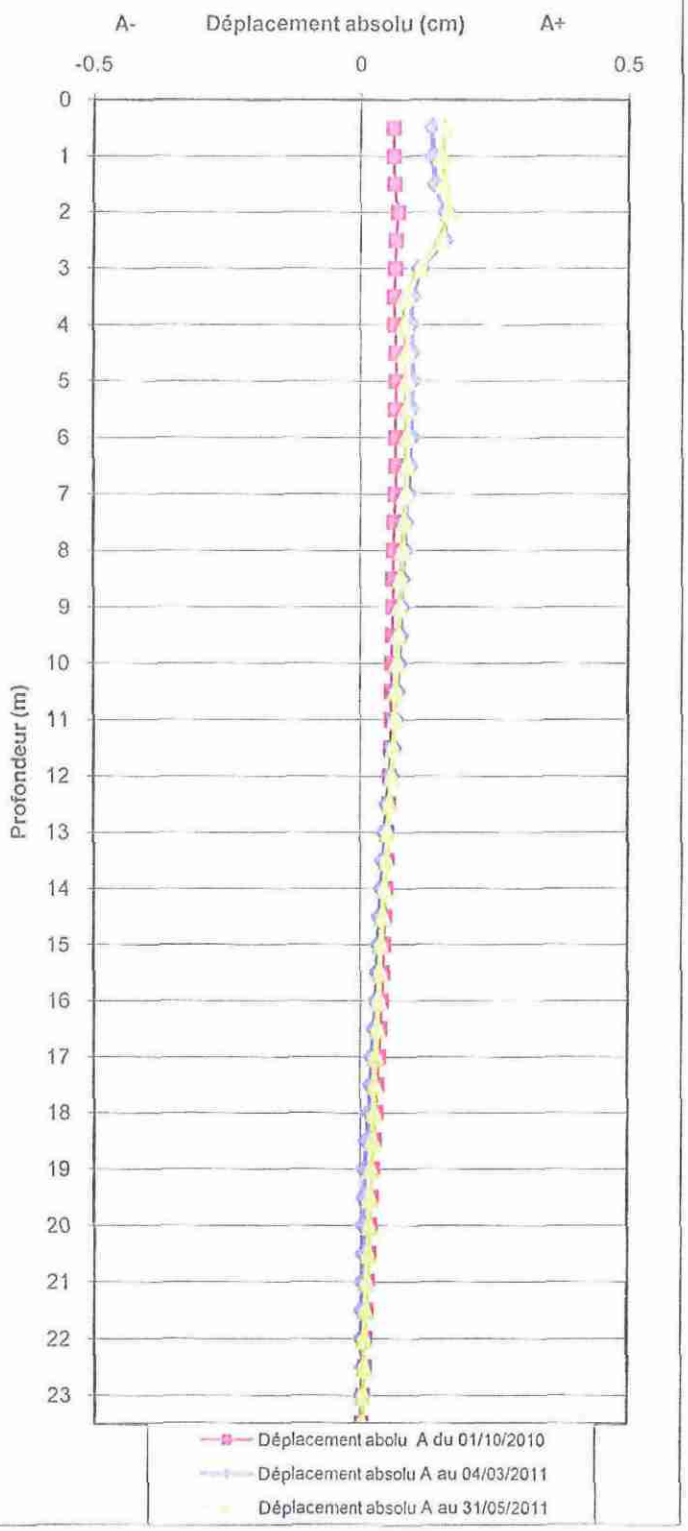


INGENIERIE EUROPE
GROUPE
GINGER GEODE

SUIVI INCLINOMETRIQUE - DEPLACEMENT

CHANTIER : ACAJOU
INCLINOMETRE N° : SP
COTE TETE TUBE : 0.17 m par rapport au sol
MESURE INITIALE LE : 23/07/2010
DIRECTION : A
ORIENTATION : A+ = N305°
(NOTA : NC = NORD CHANTIER)
MESURE DU : 31/05/2011 Numéro : 3

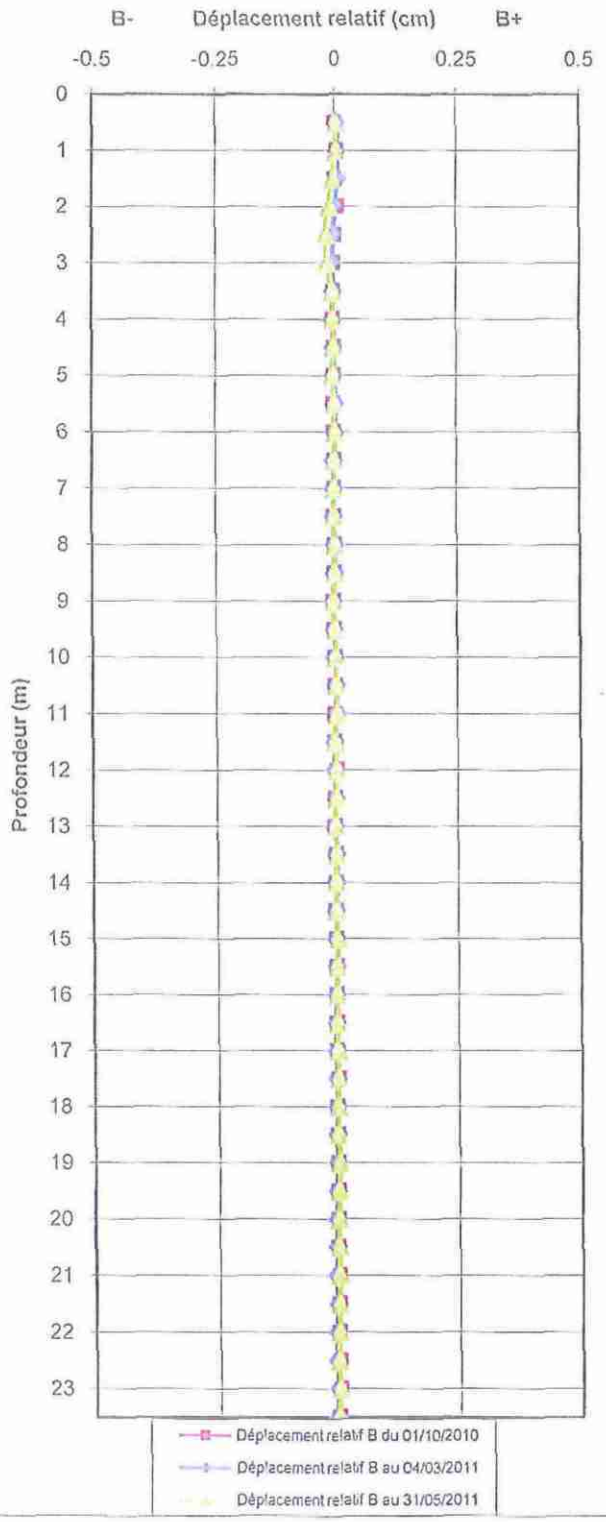


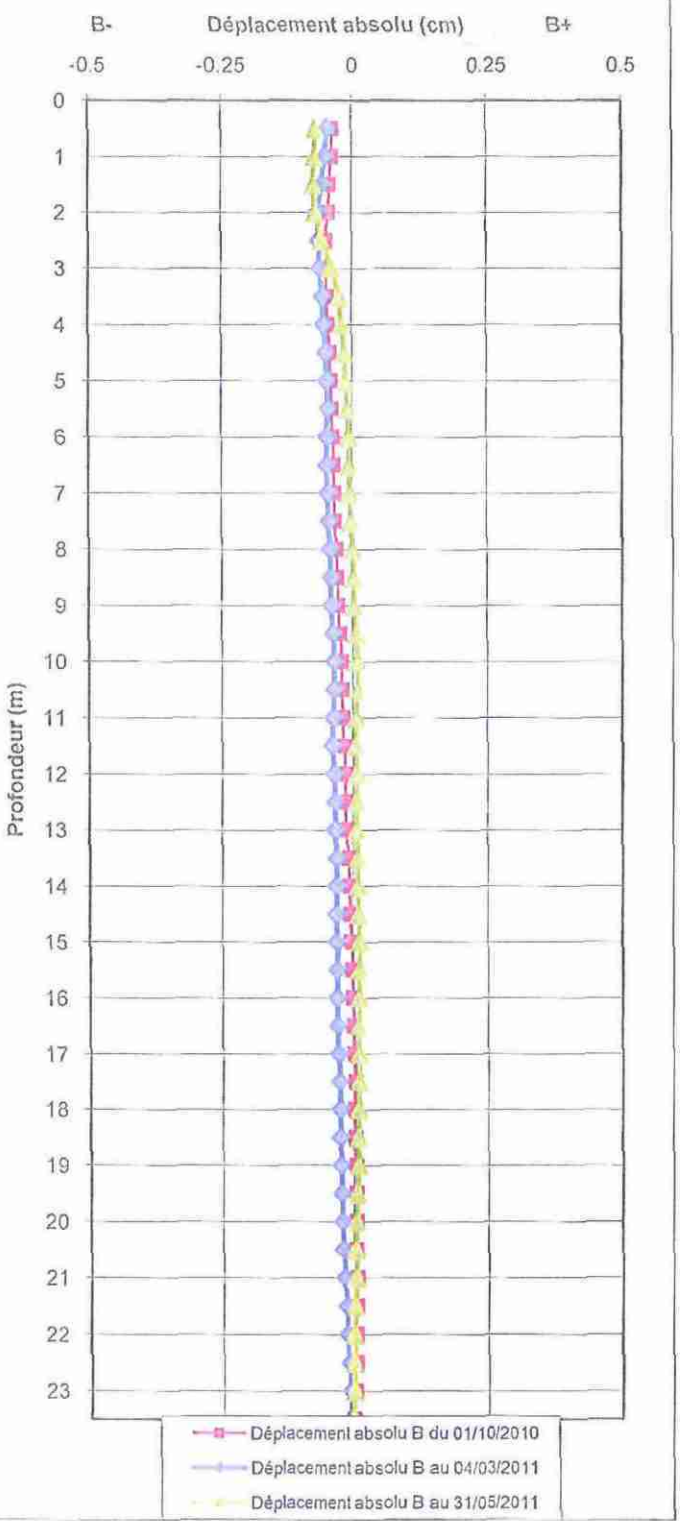


INGENIERIE EUROPE
GROUPE
GINGER GEODE

SUIVI INCLINOMETRIQUE - DEPLACEMENT

CHANTIER : ACAJOU
INCLINOMETRE N° : SP
COTE TETE TUBE : 0.17 m par rapport au sol
MESURE INITIALE LE : 23/07/2010
DIRECTION : B
ORIENTATION : B+ = N35°
(NOTA : NC = NORD CHANTIER)
MESURE DU : 31/05/2011 Numéro : 3





Annexe 5

Fiches des principales mesures envisageables pour réduire l'ampleur du phénomène et ses conséquences sur le bâti du Ministère de l'Ecologie, de l'Aménagement et du Développement durables (2008)

Code des couleurs

Mesure simple

Mesure technique

Mesure nécessitant l'intervention d'un professionnel

Code des symboles



Mesure concernant le bâti existant



Mesure concernant le bâti futur



Mesure applicable au bâti existant et futur



Remarque importante

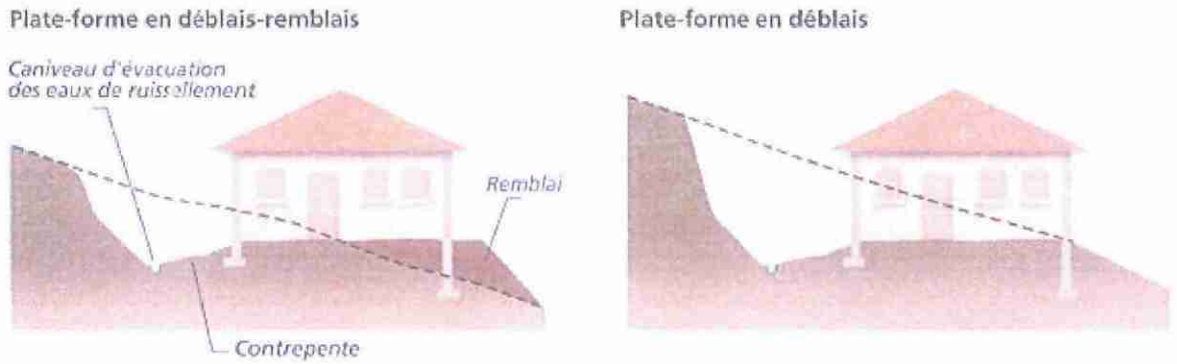
Fiche n°1 — ADAPTATION DES FONDATIONS

Problème à résoudre : Pour la majorité des bâtiments d'habitation « classiques », les structures sont fondées superficiellement, dans la tranche du terrain concernée par les variations saisonnières de teneur en eau. Les sinistres sont ainsi dus, pour une grande part, à une inadaptation dans la conception et/ou la réalisation des fondations.

Descriptif du dispositif : Les fondations doivent respecter quelques grands principes :
- adopter une profondeur d'ancrage suffisante, à adapter en fonction de la sensibilité du site au phénomène ;
- éviter toute dissymétrie dans la profondeur d'ancrage ;
- préférer les fondations continues et armées, bétonnées à pleine fouille sur toute leur hauteur.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre :

- La profondeur des fondations doit tenir compte de la capacité de retrait du sous-sol. Seule une étude géotechnique spécifique est en mesure de déterminer précisément cette capacité. À titre indicatif, on considère que cette profondeur d'ancrage (si les autres prescriptions – chaînage, trottoir périphérique, etc. – sont mises en œuvre), qui doit être au moins égale à celle imposée par la mise hors gel, doit atteindre au minimum 0,80 m en zone d'aléa faible à moyen et 1,20 m en zone d'aléa fort. Une prédisposition marquée du site peut cependant nécessiter de rechercher un niveau d'assise sensiblement plus profond.
Un radier généralisé, conçu et réalisé dans les règles de l'art (attention à descendre suffisamment la bêche périmètrique), peut constituer une bonne alternative à un approfondissement des fondations.

- Les fondations doivent être ancrées de manière homogène sur tout le pourtour du bâtiment (ceci vaut notamment pour les terrains en pente (où l'ancrage aval doit être au moins aussi important que l'ancrage amont) ou à sous-sol hétérogène. En particulier, les sous-sols partiels qui induisent des hétérogénéités d'ancrage sont à éviter à tout prix. Sur des terrains en pente, cette nécessité d'homogénéité de l'ancrage peut conduire à la réalisation de redans.

⚠ Lorsque le bâtiment est installé sur une plate-forme déblai/remblai ou déblai, il est conseillé de descendre les fondations « aval » à une profondeur supérieure à celle des fondations « amont ». Les fondations doivent suivre les préconisations formulées dans le DTU 13.12.

Les études permettant de préciser la sensibilité du sous-sol au phénomène et de définir les dispositions préventives nécessaires (d'ordre constructif ou autre) doivent être réalisées par un bureau d'études spécialisé, dont la liste peut être obtenue auprès de l'Union Française des Géologues (tél : 01 47 07 91 95).

Fiche n°2

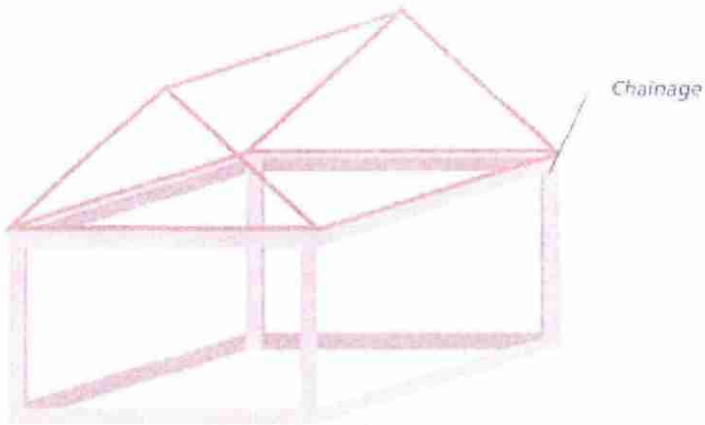
RIGIDIFICATION DE LA STRUCTURE DU BÂTIMENT

Problème à résoudre : Un grand nombre de sinistres concernent des constructions dont la rigidité, insuffisante, ne leur permet pas de résister aux distorsions générées par les mouvements différentiels du sous-sol. Une structure parfaitement rigide permet au contraire une répartition des efforts permettant de minimiser les désordres de façon significative, à défaut de les écarter.

Descriptif du dispositif : La rigidification de la structure du bâtiment nécessite la mise en œuvre de chaînages horizontaux (haut et bas) et verticaux (poteaux d'angle) pour les murs porteurs liaisonnés.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le dispositif mis en œuvre doit suivre les préconisations formulées dans le DTU 20.1 :

- « *Les murs en maçonnerie porteuse et les murs en maçonnerie de remplissage doivent être ceinturés à chaque étage, au niveau des planchers, ainsi qu'en couronnement, par un chaînage horizontal en béton armé, continu, fermé ; ce chaînage ceinture les façades et les relie au droit de chaque refend* ». Cette mesure s'applique notamment pour les murs pignons au niveau du rampant de la couverture.
- « *Les chaînages verticaux doivent être réalisés au moins dans les angles saillants et rentrant des maçonneries, ainsi que de part et d'autre des joints de fractionnement du bâtiment* ».

La liaison entre chaînages horizontaux et verticaux doit faire l'objet d'une attention particulière : ancrage des armatures par retour d'équerre, recouvrement des armatures assurant une continuité. Les armatures des divers chaînages doivent faire l'objet de liaisons efficaces (recouvrement, ancrage, etc.), notamment dans les angles du bâtiment.

Mesures d'accompagnement : D'autres mesures permettent de rigidifier la structure :

- la réalisation d'un soubassement « monobloc » (préférer les sous-sols complets aux sous-sols partiels, les radiers ou les planchers sur vide sanitaire, plutôt que les dallages sur terre-plein) ;
- la réalisation de linteaux au-dessus des ouvertures.

Fiche n°3

RÉALISATION D'UNE CEINTURE ÉTANCHE AUTOUR DU BÂTIMENT

Problème à résoudre : Les désordres aux constructions résultent notamment des fortes différences de teneur en eau existant entre le sol situé sous le bâtiment qui est à l'équilibre hydrique (terrains non exposés à l'évaporation, qui constituent également le sol d'assise de la structure) et le sol situé aux alentours qui est soumis à évaporation saisonnière. Il en résulte des variations de teneur en eau importantes et brutales, au droit des fondations.

Descriptif du dispositif : Le dispositif proposé consiste à entourer le bâti d'un système étanche le plus large possible (minimum 1,50 m), protégeant ainsi sa périphérie immédiate de l'évaporation et éloignant du pied des façades les eaux de ruissellement.

Champ d'application : concerne sans restriction tout type de bâtiment, d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : L'étanchéité pourra être assurée, soit :

- par la réalisation d'un trottoir périphérique (selon les possibilités en fonction de l'implantation du bâtiment et de la mitoyenneté), en béton ou tout autre matériau présentant une étanchéité suffisante ;
- par la mise en place sous la terre végétale d'une géomembrane enterrée, dans les cas notamment où un revêtement superficiel étanche n'est pas réalisable (en particulier dans les terrains en pente). La géomembrane doit être raccordée aux façades par un système de couvre-joint, et être protégée par une couche de forme sur laquelle peut être mis en œuvre un revêtement adapté à l'environnement (pavés, etc).

Une légère pente doit être donnée au dispositif, de façon à éloigner les eaux du bâtiment, l'idéal étant que ces eaux soient reprises par un réseau d'évacuation étanche.

⚠ Pour être pleinement efficace, le dispositif d'étanchéité doit être mis en œuvre sur la totalité du pourtour de la construction. Une difficulté peut se poser lorsque l'une des façades est située en limite de propriété (nécessitant un accord avec le propriétaire mitoyen). Le non-respect de ce principe est de nature à favoriser les désordres.

Mesures d'accompagnement : Les eaux de toitures seront collectées dans des ouvrages étanches et évacués loin du bâtiment *[cf. fiche n°6]*.

À défaut de la mise en place d'un dispositif étanche en périphérie immédiate du bâtiment, les eaux de ruissellement pourront être éloignées des façades (aussi loin que possible), par des contre-pentes.

Fiche n°4

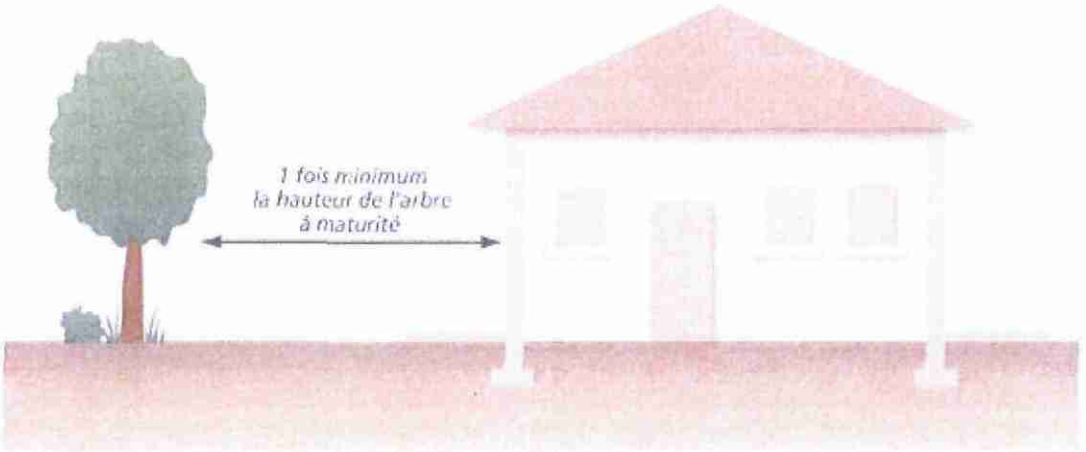
ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI

Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords (arbres et arbustes).

Descriptif du dispositif : La technique consiste à abattre les arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Un élagage régulier et sévère, permettant de minimiser la capacité d'évaporation des arbres et donc de réduire significativement leurs prélèvements en eau dans le sol, peut constituer une alternative à l'abattage. Attention, l'abattage des arbres est néanmoins également susceptible de générer un gonflement du fait d'une augmentation de la teneur en eau des sols qui va en résulter ; il est donc préférable de privilégier un élagage régulier de la végétation concernée.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à 1 fois leur hauteur à maturité (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). Bien que certaines essences aient un impact plus important que d'autres, il est difficile de limiter cette mesure à ces espèces, car ce serait faire abstraction de critères liés à la nature du sol. De plus, il faut se garder de sous-estimer l'influence de la végétation arbustive, qui devra également, en site sensible, être tenue éloignée du bâti.

Schéma de principe



Suite page suivante

Fiche n°4

ÉLOIGNEMENT DE LA VÉGÉTATION DU BÂTI



Précautions de mise en œuvre : L'abattage des arbres situés à faible distance de la construction ne constitue une mesure efficace que si leurs racines n'ont pas atteint le sol sous les fondations. Dans le cas contraire, un risque de soulèvement n'est pas à exclure.
Si aucune action d'éloignement de la végétation (ou l'absence d'un écran anti-racines – *[cf. Fiche n°5]*) n'est mise en œuvre ceci pourra être compensé par l'apport d'eau en quantité suffisante aux arbres concernés par arrosage. Mais cette action sera imparfaite, notamment par le fait qu'elle pourrait provoquer un ramollissement du sol d'assise du bâtiment.

⚠ **Mesure alternative :** Mise en place d'un écran anti-racines pour les arbres isolés situés à moins de une fois leur hauteur à maturité par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). *[cf. fiche n°5]*

À destination des projets nouveaux : Si des arbres existent à proximité de l'emprise projetée du bâtiment, il convient de tenir compte de leur influence potentielle à l'occasion tout particulièrement d'une sécheresse ou de leur éventuelle disparition future, à savoir selon le cas :
- tenter autant que possible d'implanter le bâti à l'extérieur de leur « champ d'action » (on considère dans le cas général que le domaine d'influence est de une fois la hauteur de l'arbre à l'âge adulte pour des arbres isolés, une fois et demi cette hauteur dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes) ;
- tenter d'abattre les arbres gênants le plus en amont possible du début des travaux (de façon à permettre un rétablissement des conditions « naturelles » de teneur en eau du sous-sol) ;
- descendre les fondations au-dessous de la cote à laquelle les racines n'influent plus sur les variations de teneur en eau (de l'ordre de 4 m à 5 m maximum).

Si des plantations sont projetées, on cherchera à respecter une distance minimale équivalente à une fois la hauteur à maturité de l'arbre entre celui-ci et la construction. A défaut, on envisagera la mise en place d'un écran anti-racines.

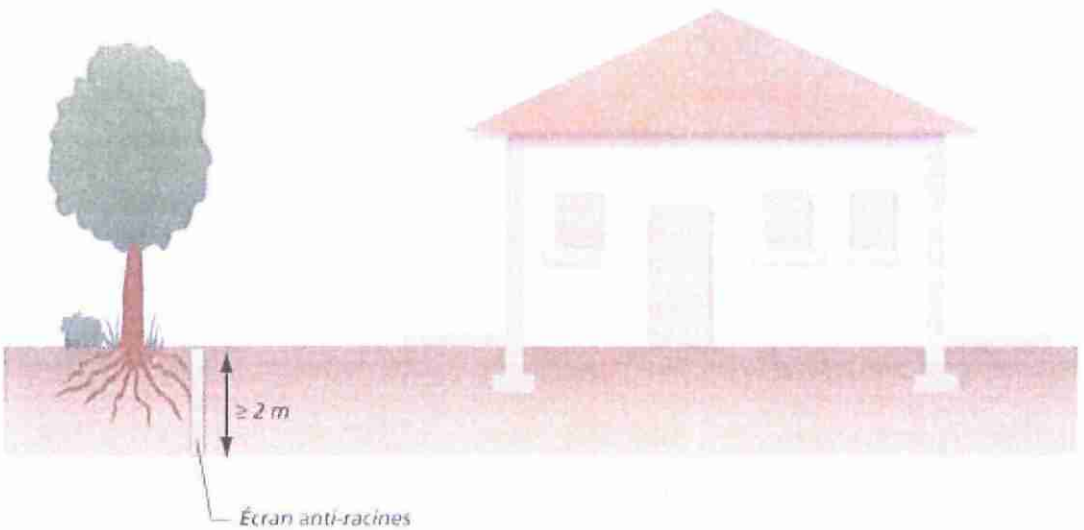
Fiche n°5 — CRÉATION D'UN ÉCRAN ANTI-RACINES

Problème à résoudre : Empêcher le sol de fondation d'être soumis à d'importantes et brutales variations de teneur en eau. Les racines des végétaux soutirant l'eau du sol et induisant ainsi des mouvements préjudiciables au bâtiment, il convient d'extraire le bâti de la zone d'influence de la végétation présente à ses abords.

Descriptif du dispositif : La technique consiste à mettre en place, le long des façades concernées, un écran s'opposant aux racines, d'une profondeur supérieure à celle du système racinaire des arbres présents (avec une profondeur minimale de 2 m). Ce dispositif est constitué en général d'un écran rigide (matériau traité au ciment), associé à une géomembrane (le long de laquelle des herbicides sont injectés), mis en place verticalement dans une tranchée.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités situé à une distance d'arbres isolés inférieure à une fois leur hauteur à maturité.

Schéma de principe



Précautions de mise en œuvre : L'écran anti-racines doit pouvoir présenter des garanties de pérennité suffisantes, notamment vis-à-vis de l'étanchéité et de la résistance. Un soin particulier doit être porté sur les matériaux utilisés (caractéristiques de la géomembrane, etc). L'appel à un professionnel peut s'avérer nécessaire pour ce point, voire également pour la réalisation du dispositif.

⚠ **Mesure alternative :** Abattage des arbres isolés situés à une distance inférieure à une fois leur hauteur à maturité, par rapport à l'emprise de la construction (une fois et demi dans le cas de rideaux d'arbres ou d'arbustes). *[Voir fiche n°4]*

Fiche n°6

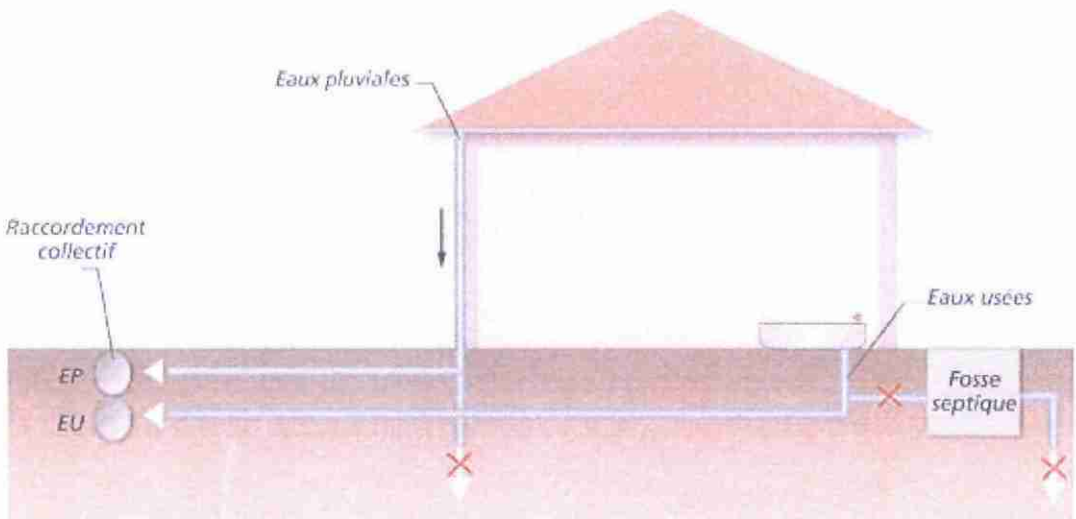
RACCORDEMENT DES RÉSEAUX D'EAUX AU RÉSEAU COLLECTIF

Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de privilégier le rejet des eaux pluviales – EP - (ruissellement de toitures, terrasses, etc.) et des eaux usées – EU - dans les réseaux collectifs (lorsque ceux-ci existent). La ré-infiltration in situ des EP et des EU conduit à ré-injecter dans le premier cas des volumes d'eau potentiellement importants et de façon ponctuelle, dans le second cas des volumes limités mais de façon « chronique ».

Descriptif du dispositif : Il vise, lorsque l'assainissement s'effectue de façon autonome, à débrancher les filières existantes (puits perdu, fosse septique + champ d'épandage, etc.) et à diriger les flux à traiter jusqu'au réseau collectif (« tout à l'égout » ou réseau séparatif).

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités assaini de façon individuelle avec ré-infiltration in situ (les filières avec rejet au milieu hydraulique superficiel ne sont pas concernées), et situé à distance raisonnable (c'est-à-dire économiquement acceptable) du réseau collectif.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le raccordement au réseau collectif doit être privilégié, sans préjudice des directives sanitaires en vigueur.
Le raccordement nécessite l'accord préalable du gestionnaire de réseau. Le branchement à un réseau collectif d'assainissement implique pour le particulier d'être assujetti à une redevance d'assainissement comprenant une part variable (assise sur le volume d'eau potable consommé) et le cas échéant une partie fixe.

⚠ **Mesure alternative :** En l'absence de réseau collectif dans l'environnement proche du bâti et du nécessaire maintien de l'assainissement autonome, il convient de respecter une distance d'une quinzaine de mètres entre le bâtiment et le(s) point(s) de rejet (à examiner avec l'autorité responsable de l'assainissement).

Fiche n°7

ÉTANCHÉIFICATION DES CANALISATIONS ENTERRÉES

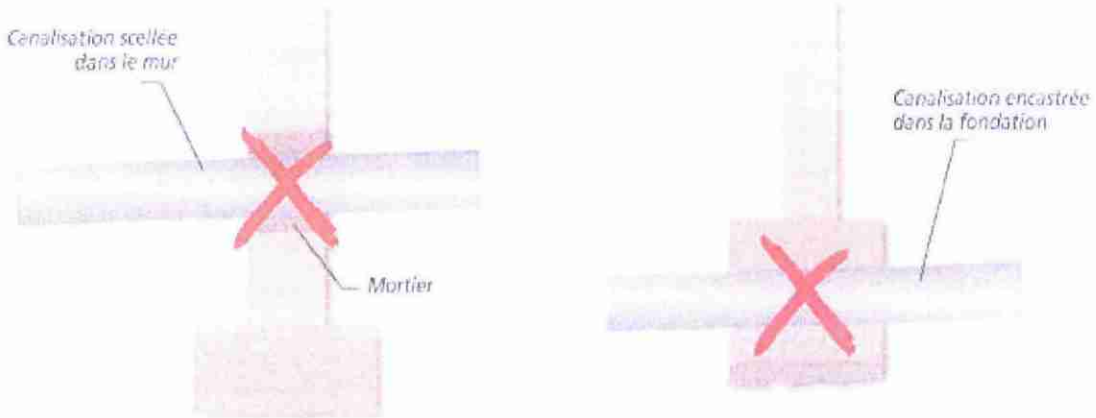
Problème à résoudre : De façon à éviter les variations localisées d'humidité, il convient de s'assurer de l'absence de fuites au niveau des réseaux souterrains « humides ». Ces fuites peuvent résulter des mouvements différentiels du sous-sol occasionnés par le phénomène.

Descriptif du dispositif : Le principe consiste à étanchéifier l'ensemble des canalisations d'évacuation enterrées (eaux pluviales, eaux usées). Leur tracé et leur conception seront en outre étudiés de façon à minimiser le risque de rupture.

Champ d'application : Concerne tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités, assaini de façon individuelle ou collective.

Schéma de principe

Les canalisations ne doivent pas être bloquées dans le gros-œuvre



Conditions de mise en œuvre : Les canalisations seront réalisées avec des matériaux non fragiles (c'est-à-dire susceptibles de subir des déformations sans rupture). Elles seront aussi flexibles que possibles, de façon à supporter sans dommage les mouvements du sol.
L'étanchéité des différents réseaux sera assurée par la mise en place notamment de joints souples au niveau des raccordements.
De façon à ce que les mouvements subis par le bâti ne se « transmettent » pas aux réseaux, on s'assurera que les canalisations ne soient pas bloquées dans le gros œuvre, aux points d'entrée dans le bâti.
Les entrées et sorties des canalisations du bâtiment s'effectueront autant que possible perpendiculairement par rapport aux murs (tout du moins avec un angle aussi proche que possible de l'angle droit).

Mesures d'accompagnement : Autant que faire se peut, on évitera de faire longer le bâtiment par les canalisations de façon à limiter l'impact des fuites occasionnées, en cas de rupture, sur les structures proches.
Il est souhaitable de réaliser de façon régulière des essais d'étanchéité de l'ensemble des réseaux « humides ».

Fiche n°8

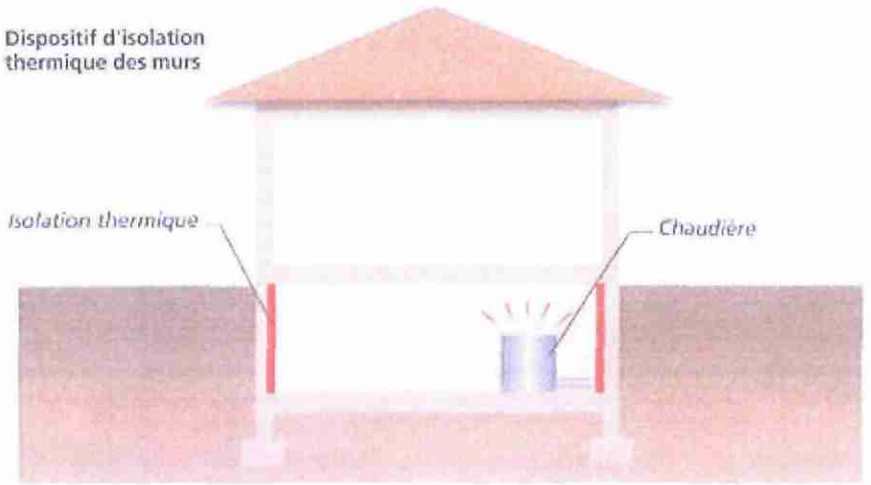
LIMITER LES CONSÉQUENCES D'UNE SOURCE DE CHALEUR EN SOUS-SOL

Problème à résoudre : La présence dans le sous-sol d'un bâtiment d'une source de chaleur importante, en particulier d'une chaudière, est susceptible de renforcer les variations localisées d'humidité dans la partie supérieure du terrain. Elles sont d'autant plus préjudiciables qu'elles s'effectuent au contact immédiat des structures.

Descriptif du dispositif : La mesure consiste à prévoir un dispositif spécifique d'isolation thermique des murs se trouvant à proximité de la source de chaleur (limitation des échanges thermiques).

Champ d'application : Concerne tous les murs de la pièce accueillant la source de chaleur, ainsi que toutes parties de la sous-structure du bâtiment au contact de canalisations « chaudes ».

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Dans l'Union Européenne, les produits d'isolation thermique pour la construction doivent posséder la marque CE depuis mars 2003 et respecter les normes EN 13162 à EN 13171 (selon leur nature). Il pourra s'agir de produits standards de type polystyrène ou laine minérale.

Remarque : La loi de finances pour 2005 a créé un crédit d'impôt dédié au développement durable et aux économies d'énergie. Destinée à renforcer le caractère incitatif du dispositif fiscal en faveur des équipements de l'habitation principale, cette mesure est désormais ciblée sur les équipements les plus performants au plan énergétique, ainsi que sur les équipements utilisant les énergies renouvelables. Le crédit d'impôt concerne les dépenses d'acquisition de certains équipements fournis par les entreprises ayant réalisé les travaux et faisant l'objet d'une facture, dans les conditions précisées à l'article 90 de la loi de finances pour 2005 et à l'article 83 de la loi de finances pour 2006 : **http://www.industrie.gouv.fr/energie/developp/econo/textes/credit-impot-2005.htm**

Cela concerne notamment **l'acquisition de matériaux d'isolation thermique des parois opaques** (planchers bas sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert, avec résistance thermique $R \geq 2,4$ $M^2 °K/W$). Pour choisir un produit isolant, il est important de connaître sa résistance thermique «R» (aptitude d'un matériau à ralentir la propagation de l'énergie qui le traverse). Elle figure obligatoirement sur le produit. Plus «R» est important plus le produit est isolant.

Pour ces matériaux d'isolation thermique, le taux du crédit d'impôt est de **25 %**. Ce taux est porté à **40 %** à la double condition que ces équipements soient installés dans un logement achevé avant le 1/01/1977 et que leur installation soit réalisée au plus tard le 31 décembre de la 2e année qui suit celle de l'acquisition du logement.

Fiche n°9

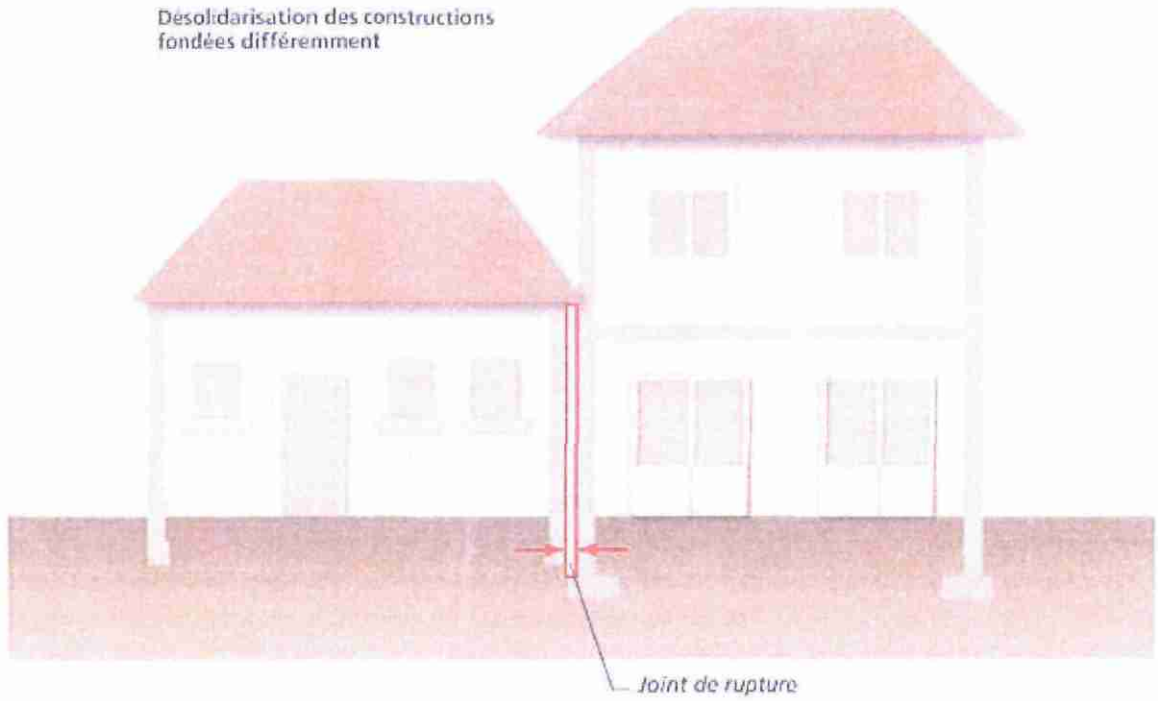
DÉSOLIDARISER LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE STRUCTURE

Problème à résoudre : Deux parties de bâtiments accolés et fondés différemment peuvent subir des mouvements d'ampleur variable. Il convient de ce fait de désolidariser ces structures, afin que les sollicitations du sous-sol ne se transmettent pas entre elles et ainsi à autoriser des mouvements différentiels.

Descriptif du dispositif : Il s'agit de désolidariser les parties de construction fondées différemment (ou exerçant des charges variables sur le sous-sol), par la mise en place d'un joint de rupture (élastomère) sur toute la hauteur du bâtiment (y compris les fondations).

Champ d'application : Concerne tous les bâtiments d'habitation ou d'activités présentant des éléments de structures fondés différemment (niveau d'assise, type de fondation) ou caractérisés par des descentes de charges différentes. Sont également concernées les extensions de bâtiments existants (pièce d'habitation, garage, etc.).

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Il est indispensable de prolonger le joint sur toute la hauteur du bâtiment.

À destination du bâti existant : La pose d'un joint de rupture sur un bâtiment existant constitue une mesure techniquement envisageable. Mais elle peut nécessiter des modifications importantes de la structure et s'avérer ainsi très délicate (les fondations étant également concernées par cette opération).
La mesure doit systématiquement être mise en œuvre dans le cadre des projets d'extension du bâti existant.

Fiche n°10

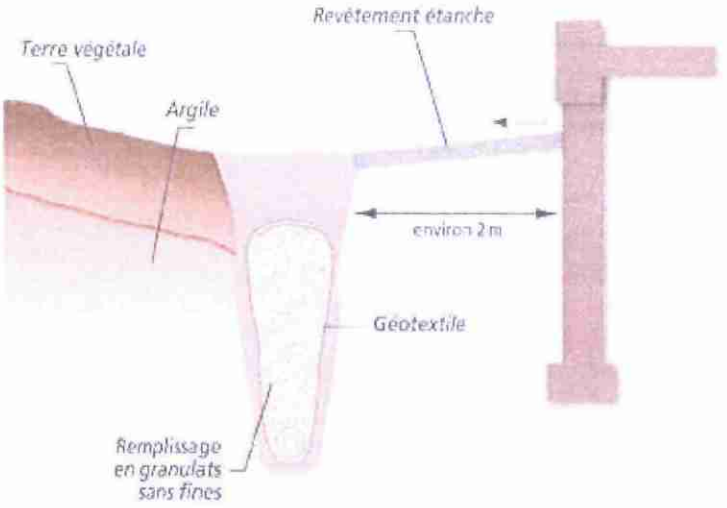
RÉALISATION D'UN DISPOSITIF DE DRAINAGE

Problème à résoudre : Les apports d'eau provenant des terrains environnants (eaux de ruissellement superficiel ou circulations souterraines), contribuent au phénomène en accroissant les variations localisées d'humidité. La collecte et l'évacuation de ces apports permettent de minimiser les mouvements différentiels du sous-sol.

Descriptif du dispositif : Le dispositif consiste en un réseau de drains (ou tranchées drainantes) ceinturant la construction ou, dans les terrains en pente, disposés en amont de celle-ci. Les volumes collectés sont dirigés aussi loin que possible de l'habitation.

Champ d'application : Concerne sans restriction tout type de bâtiment d'habitation ou d'activités.

Schéma de principe



Conditions de mise en œuvre : Le réseau est constitué de tranchées remplies d'éléments grossiers (protégés du terrain par un géotextile), avec en fond de fouille une canalisation de collecte et d'évacuation (de type « drain routier ») répondant à une exigence de résistance à l'écrasement.
Idéalement, les tranchées descendent à une profondeur supérieure à celle des fondations de la construction, et sont disposées à une distance minimale de 2 m du bâtiment. Ces précautions sont nécessaires afin d'éviter tout impact du drainage sur les fondations.

Les règles de réalisation des drains sont données par le DTU 20.1.

⚠ En fonction des caractéristiques du terrain, la nécessité de descendre les drains au-delà du niveau de fondation de la construction peut se heurter à l'impossibilité d'évacuer gravitairement les eaux collectées. La mise en place d'une pompe de relevage peut permettre de lever cet obstacle.

Mesure d'accompagnement : Ce dispositif de drainage complète la mesure détaillée dans la fiche n°3 (mise en place d'une ceinture étanche en périphérie du bâtiment) de façon à soustraire les fondations de la construction aux eaux de ruissellement et aux circulations souterraines.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional de la Martinique
4, lot. Miramar
Pointe des Nègres
97200 Fort de France
Tél. : 05 96 71 17 70 – Fax : 05 96 63 21 15