



SAGE INGENIERIE  
2 rue de la Condamine  
ZI de Mayencin  
BP17 38610 GIERES  
[www.sage-ingenierie.com](http://www.sage-ingenierie.com)  
04 76 44 75 72

Gières, le 07/08/2025

DIR Méditerranée

**Nos réf : AL – RP10856 – Eléments techniques – actualisation de la surveillance du site**

**Objet : RN85 Fontaine de la Forge – Surveillance du glissement– commune de CHAUDON NORANTE (04)**

<b>Eléments techniques – actualisation de la surveillance du site</b>
---

## **1 - Historique des interventions /travaux réalisés depuis le début du marché**

Le marché de surveillance du glissement n°21-033 a débuté en janvier 2021.

Sur la base du BPU, les prestations cumulées ont été les suivantes :

N°	DÉSIGNATION DES PRIX	Unité	Quantité
100	Maintenance – Location mensuelle de centrale – Transfert de données – Alerte SMS		
101	Remplacement d'une centrale d'acquisition de données	F	0
102	Dépose d'une centrale d'acquisition de données.	F	0
103	Location mensuelle d'une centrale d'acquisition de données.	Mois	46
104	Location mensuelle du système de suivi topographique par capteurs de déplacement de type « Géocube ».	Mois	46
105	Maintenance « Géocube »	U	3
21PN01	suivi extensométrique du site	mois	46
106	Recueil automatique des données et systèmes de gestion	Mois	46
107	Mise en place d'une alerte SMS	Mois	46
200	Exploitation des données		
201	Compte rendu de suivi intermédiaire	U	2
202	Compte rendu de suivi mensuel	U	46
203	Actualisation du protocole de suivi du glissement	U	1
300	Analyse du comportement		
301	Interprétation des données	U	4
302	Élaboration d'un modèle géologique et géotechnique	F	1
303	Réunion technique sur site	U	1

## **Pour rappel l'historique SAGE sur le dossier :**

### **➤ 2016 :**

Dans le cadre du marché des travaux de protection contre les risques naturels sur les RN85 et RN202 (n°15 41 016 00 223 13 20), l'entreprise CAN a fait appel à la SAGE pour effectuer une étude d'exécution relative aux travaux de reprofilage du talus, puis pour l'instrumentation et le suivi du site.

Préalablement aux travaux de terrassement, deux sondages carottés équipés de tube inclinométrique (I1 et I2), et un sondage destructif équipé de tube piézométrique et CPI (PZ), ont été réalisés par la société AZURITE en août 2016.

L'étude d'exécution (RP7189\_indiceD) a eu pour objectifs de proposer un modèle géotechnique représentatif du secteur avec des hypothèses de calculs basées sur la synthèse des reconnaissances afin d'étudier la stabilité des talus projetés.

### **➤ 2017 :**

Les travaux de terrassement ont débuté début mai 2017 avec : reprofilage de la pente à 3H/2V, réalisation d'un masque drainant et pose d'un drain au niveau de la couche d'argile.

Le suivi inclinométrique a mis en évidence une accélération des déplacements. Et les travaux ont été stoppés début juin 2017.

A la demande du CEREMA, des drains sub-verticaux (25 unités) ont été forés au niveau de la piste amont.

Avant le repli de l'entreprise de forage, un troisième inclinomètre a été réalisé en juillet 2017 (I1bis renommé I3 par la suite).

Le 02/08/2017, l'inclinomètre I1 a été équipé de sondes clinométriques automatiques pour un enregistrement en continu des mouvements avec pose de la centrale d'acquisition et de transfert des données, et création d'une interface web (site Sygsi).

Parallèlement à cette instrumentation, une prospection géophysique (composée d'un panneau électrique et d'une tomographie sismique) a été effectuée par la SAGE selon un profil en travers de 320 ml.

### **➤ 2018 :**

En juin 2018, les mesures de I1 n'étaient plus interprétables (capteurs en butée).

Le 07/12/2018, l'inclinomètre I2 a été équipé d'une chaîne de clinomètres automatiques.

Les mesures dans I3 sont devenues impossibles en raison d'une déformation trop importante du tube.

### **➤ 2019 :**

De mi-janvier à début mars 2019, une nouvelle série de forages a été exécutée par l'entreprise SOL-ESSAIS :

- 5 sondages carottés équipés de tubes inclinomètres : SC-C4\_I4 (20ml), SC-C5\_I5 (17ml), SC-C6\_I6 (23ml), SC-C7\_I7 (24ml), SC-C8\_I8 (25,5ml)
- 4 forages destructifs avec tubes piézomètres dont 3 avec une CPI : SP1-CPI\_PZ1, SP2-CPI\_PZ2, SP3-CPI\_PZ3, SP4-PZ4
- 21 drains sub-verticaux complémentaires.

Un pluviomètre a été installé sur le site fin avril 2019 afin de pouvoir mettre en relation les déplacements et les précipitations.

Les capteurs clinométriques et piézométriques ont été connectés à la centrale de mesure, consultable à distance (via site SYGSI) à partir du 01/08/2019.

A partir d'août 2019, la SAGE a été mandaté directement par la DIRMED pour effectuer le suivi et rédiger un protocole de surveillance du glissement (PROCED\_SURV\_FLF\_ind05-2022-05-31 - dernière mise à jour).

➤ **2020 :**

Les données issues des capteurs en place et de la campagne d'investigations géophysiques ont permis d'obtenir certaines caractéristiques du glissement, en particulier les profondeurs de cisaillement au niveau des inclinomètres.

Un suivi topographique est apparu nécessaire pour compléter les analyses, et notamment pour connaître le volume concerné. En mars 2020, le géomètre 3D SCAN a donc été missionné pour effectuer un relevé LIDAR.

En juin 2020, après un épisode pluvieux intense, des fissures sont apparues sur le site. Après un contrôle plus étendu et des relevés au GPS, des capteurs de type extensométriques ont été placés pour mesurer directement en surface et en continu l'ouverture des fissures et ainsi suivre l'évolution des déplacements en temps réel.

Des Geocubes ont été installés sur le site début juillet.

Les données de ces appareils sont disponibles respectivement sur les sites OPHELIA et SYGSI depuis le 06/07/2020.

L'inclinomètre I9 a été réalisé en octobre 2020.

➤ **2021 :**

Après une période de mesures manuelles pour déterminer la profondeur de la surface de cisaillement, I9 a été équipé de clinomètres automatiques le 07/04/2021.

Une nouvelle campagne de forages a été effectuée en septembre 2021 avec :

- 4 sondages carottés équipés de tubes inclinomètres : SC-C10\_I10 (30ml), SC-C11\_I11 (30ml), SC-C12\_I12 (30ml), SC-C13\_I13 (30ml),
- 1 forage destructif avec tube piézomètre : SP5\_PZ5 (20ml)

➤ **2022 :**

Après une période de mesures manuelles pour déterminer la profondeur de la surface de cisaillement, des capteurs clinométriques ont été placés dans les forages et connectés à la centrale de mesure, consultable à distance (via site SYGSI) à partir du 12/01/2023.

Une sonde piézométrique a également été placée à -20m/TN dans le forage PZ5.

➤ **2023-2024-2025 :**

Les données enregistrées sur SYGSI sont analysées chaque fin de mois par l'ingénieur chargé du suivi. Un compte-rendu est rédigé et envoyé au responsable du secteur, le mettant au fait de l'évolution du site.

## 2 - État des lieux des équipements/instruments en place et de leur fonctionnement

L'instrumentation actuelle du site est composée des éléments présentés ci-après :

### 2.1. Suivi topographique par Geocubes

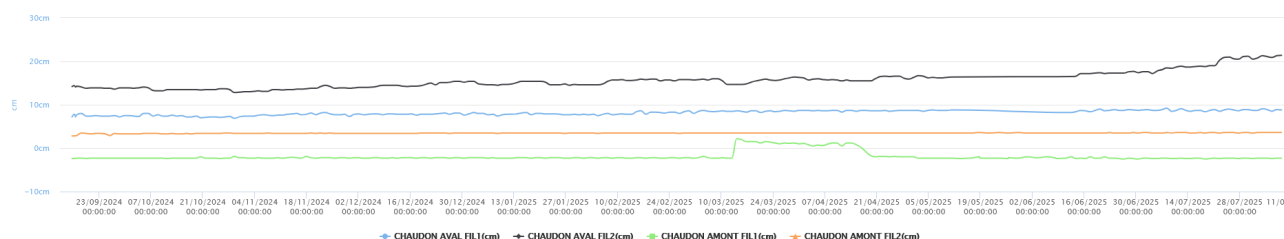
Les capteurs de déplacements (7 geocubes + 2 geoports) ont été répartis sur le site en fonction des observations de terrain relevées fin juin 2020.



### 2.2. Suivi par mesures extensométriques

Quatre extensomètres ont été installés sur site le 02/07/2020 : 2 en partie haute et 2 sur la fissure qui se dessine en rive droite. Ils sont reliés à des centrales d'acquisition robustes et particulièrement adaptées à la gestion des risques liés à l'environnement. Elles permettent en particulier l'envoi de messages d'alertes en cas de dépassement de seuils et la gestion de dispositifs d'alerte comme des feux de circulations ou des sirènes.

Compte tenu de la longueur des câbles de mesure (15 mètres) et de leur faible mais inévitable sensibilité aux variations de température (jusqu'à +/- 2mm de variations entre les températures les plus chaudes et les plus froides d'une journée), cette dernière est mesurée par les centrales d'acquisitions afin d'appréhender efficacement les variations de déplacement dues aux variations de température.



**Graphique de l'évolution des 4 extensomètres sur la dernière année**

## 2.3. Dispositif de suivi météorologique

Le pluviomètre à auget basculeur Young a été choisi pour mesurer avec précision les précipitations.

## 2.4. Suivi inclinométrique

Les inclinomètres ont permis de préciser les surfaces de cisaillement locales et de suivre leurs évolutions depuis leur mise en place. L'activité du glissement a conduit à la perte de plusieurs sondes inclinométriques, témoignant du basculement et du cisaillement des tubes. A ce jour les ouvrages les plus anciens (I2 à I9) sont hors service. Les mouvements sont suivis par les ouvrages I10 à I13. La surface de cisaillement est située à une profondeur d'une vingtaine de mètres environ.

## 2.5. Suivi piézométrique et CPI

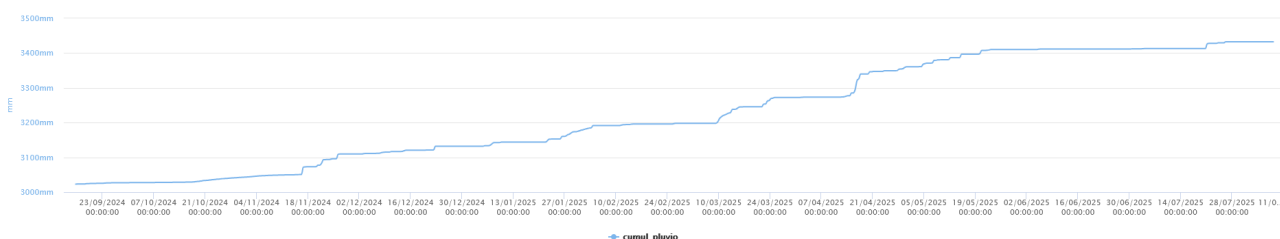
Les sondes piézométriques automatiques réagissent plus ou moins en fonction des précipitations.



**Graphique de l'évolution du PZ5 sur la période sept-24 à août-25**



**Graphique de l'évolution du PZ3 sur la période sept-24 à août-25**



**Pluviométrie sur la période sept-24 à août-25**

## **2.6. Centrale d'acquisition et Plateforme web SYGSI**

Les sondes sont reliées à une première centrale d'acquisition installée sur site le 06/08/2017 et à deux centrales mises en place lors de la pose des extensomètres (amont et aval).

Ces centrales sont alimentées par une batterie 12V rechargée par panneau solaire. Un modem GPS/GPRS permet la transmission des données et l'envoi d'alerte le cas échéant.



***coffret de la centrale d'acquisition avec panneau solaire et pluviomètre***

Les données sont envoyées toutes les 6 heures (paramétrable) sur un site ftp totalement sécurisé.

Les données sont ensuite exploitées pour maintenir à jour une interface web accessible 24h/24h et 7j/7j.

La page web reprend l'ensemble des caractéristiques énoncées dans le CCTP et est adaptable aux demandes du client. Elle présente notamment :

- Les données instantanées
- Les graphiques de déplacement
- La possibilité d'exporter les données

### **3 - Evénements marquants sur la période**

Mis à part les fissures apparues en juin 2020, aucun évènement marquant n'a été détecté depuis.

Les mouvements du site ont un lien direct avec les précipitations. A chaque printemps ou fort évènement pluvieux, les déplacements s'accroissent puis ralentissent.

### **4 - Suites à donner**

Au terme de ces années de suivi, il est apparu :

- la nécessité d'un entretien régulier des équipements existants (notamment le pluviomètre pouvant être obturé par des feuilles mortes, branchages, ou l'appui des extensomètres)
- La possibilité de poser de nouveaux instruments selon l'évolution du site
- La mise en place d'une station météo locale en complément du pluviomètre.

Selon les constats à venir (synthèse/diagnostic), il est envisagé de réfléchir à des solutions de confortement préventives, afin d'anticiper une éventuelle rupture. Des propositions d'interventions pourraient être formulées en parallèle des études du bureau d'études, sur la base des données actuelles.